スライバ及びロービングの一様性の 分析における表示器データの利用

太 田 勇 吉*

1. は し が き

本文は Textile Research Journal Nov. 1950 所載 John P. Eltnig and James C. Barus による報告の紹介であるが、ここにダイジェストした目的は紹介という意味の他に、本文だけでこの種の統計的処理法を理解し応用できるようにという配慮も加えておいた。

スライバ、ロービング或はヤーンの一様性をグラフによつて示す現在使用されている装置に、表示器を附加すると、その利用価値が非常に大きくなる。この論文はその使い方の概要を述べたものである。⁽¹⁾説明は Rusca が述べた Saco-Lowell のスライバ試験器に適用された表示器に基づいてなされている。こゝで論じられた題目は表示器の機能、利用し得る資料の型、最小の連続した試料の長さ、試料内部の変動の過周期性、試料間の変動、及び機械作業の評価である。

資料表示器はかなりの量のデータを非常に早く集め且分析することが出来、機械作業の間において、広い範囲の試料採取を行うことが出来る。そこで多くの問題即ち実験計画、試料採取、及び結果の解釈の問題が生じる。現在の報告は Saco-Lowell のスライバ試験器を備えた綿のスライバ及びロービングの研究から得られたデータ

の中に表われたこれらの問題の性質を明らかにした。但しこゝでこの表示器は普通のグラフの記録に代るものでなく、それを補うものであることを述べている。

2. 表示器は何をするか

不整度は、スライバ或はロービングの切断されたものの重量を秤ることによつて定められるが、これは、非常に時間が掛る。そこで試験される材料の不整をグラフに示す自動試験装置が今までにも多く作られた。然しこれらのグラフから、統計的な分析に適するデータを採取する方法は、矢張り非常に時間の掛る仕事である。更にそのデータを集め且計算する時間をもつと少くするための装置は、非常に多く且種々のものが考えられているがそのうち比較的少数のものが実際に作られ且発表されている。

こゝでのべる表示器は計算は何も行わない。それは、試験装置に、試験される素材スライバ、ロービングその他、の厚みを、別々の、同じ間隔をおいた点で "観測" させる。計数器が、その観測した回数を記録する。即ち計数器が、スライバ或はロービングを観測した時に、そこで有する厚みの回数を示すようになってゐる。表示器

Sacs-howell Eveness Tester.

Data. Finisher Drawing Sliver, Rack & Pin: 33 Operater: M. O. P. Date:6-28-49.

Cell Mid-Point	-14.5	-13.5	-12.5	-11.5	-10.5	- 9.5	- 8.5	- 7.5	- 6.5	- 5.5
x	-15	-14	-13	-12	-11	-10	- 9	- 8	- 7	- 6
Reading										
Prev. Reading	2348	3601	874	958	1813	721	1032	1893	5219	7362
f										
fx										
fx ²										

* U. Outa 東京大学繊維機械研究会

Cell Mid-Point	- 4.5	- 3.5	- 2.5	- 1.5	- .5	.5	1.5	2.5	3.5	4.5
x	- 5	- 4	- 3	- 2	- 1	0	1	2	3	4
Reading	7277	8735	2040	7351	8262	3013	4654	8052	2453	7596
Prev. Reading	7276	8720	2002	7253	8099	2806	4455	7905	2358	7537
f	1	15	38	98	163	207	199	147	95	59
fx	- 5	- 60	-114	-196	-163	0	199	294	285	236
fx^2	25	240	342	392	163	0	199	588	855	944

Cell Mid-Point	5.5	6.5	7.5	8.5	9.5	10.5	11.5	12.5	13.5	14.5
x	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Reading	5384	6860	9557	5219						
Prev. Reading	5367	6857	9553	5217	2404	1665	952	608	443	501
f	17	3	4	2						
fx	85	18	28	16						
fx^2	425	108	196	128						

Σf	Σfx	Σfx^2
1048	623	4605

平均値: $\bar{x} = \left(\frac{\Sigma fx}{\Sigma f} \right) + (\text{Rack \& Pinion}) + 0.5 = \frac{623}{1048} + 33 + 0.5 = 34.09$.

標準偏差: $\sigma = \sqrt{\left(\frac{\Sigma fx^2}{\Sigma f} \right) - \left(\frac{\Sigma fx}{\Sigma f} \right)^2} = \sqrt{\frac{4605}{1048} - \left(\frac{623}{1048} \right)^2} = 2.01$

変動係数: $V = \frac{\sigma}{\bar{x}} \cdot 100 = \frac{2.01}{34.09} \times 100 = 6\%$

(第1図) 仕上スライバの試料試験成績表、Saco-Lowell 試験機では、ラックとピニオンに相当する補正を平均値に行う必要がある。又各階級の中央値 (Cell Mid Point) に対する補正を0.5だけ行う必要がある、単位は Saco-Lowell 試験機で定められたもので、スライバの厚みに対応するものである。

Tex. R. J. Nov. 1950 附図

(第2図) 第1図のデータによるヒストグラム及び度数分布曲線、この場合僅かのスキューネスが存在する。

(第3図) 単一の容器から採った試料内及び試料間の分散 (標準偏差の2乗) を試料の長さの函数として表わしたもの。

は、非常な時間の節約を行うことが出来る。即ちそれは自動的にデータを選び且それをすぐに使える形に示している。各計数器のデータをすべてプロットすると、ヒストグラムが得られる。又度数分布曲線も各計数器の数を百分率で表わしてプロットして得られる。この曲線の形、巾、高さ、対称性は、変動の性質を表わしている。最も一般に使われ、且つ有用な、分布を示す常数は、平均値又及び標準偏差 σ であつてこれらは常に計算で求められる。

3. 最小の連続した試料の長さ及びその部分試料

1つの連続したスライバ或はローピングが、1包みの素材の一様性を定めるのに使われる。そのような試料はある最小の長さ以上のものでなければならない。1つの包みから取られる連続した試料の長さが増せば、各長さの試料について求められた標準偏差の平均値は増加し、漸次一定値に近づく。又同じ長さの試料の平均値は夫々違つており、その平均値の標準偏差は、試料の長さが増せば0に近づいていく。第3図はこれを示す図のカードスライバのように標準偏差の変化の割合が緩やかなものは、ピッチの長い変動があることを示す。素材の長さが増しても、標準偏差が殆んど変わらないような長さが、最小の連続試料の長さである。長さが短かいと、それから得られた結果は、非常に間違を生じ、長さがもつと長いと、比較的確實な標準偏差の値を与える。この定義によつて、そのような試料から計算された標準偏差は、源の包みの標準偏差を与える。この値は長さが長くても短かくても、その包みの内部の全ての不整の尺度である。従つて最小連続試料の長さにおける標準偏差は、内部(級内)標準偏差と呼ばれる。こゝで報告するスライバの場合、最小連続試料の長さは、カードスライバ及びドロ잉スライバに対し夫々800ヤード及び4ヤードである。最小連続試料の長さは、ドラフトの方法或は装置の相違によつて著しく違い又綿が違つても違うであろうことは当然考えられる。そこで、その条件の許で妥当な最小連続試料の長さを前以て試べて決定しておくことが必要である。第3図のカーブは、最小連続試料の長さを与える外、次のことをも教える。即ち、もしも種々のカードスライバに対してこの曲線が描かれたとき、その変化の割合が異れば、それはスライバが作られたピッチラップにおける変動の大きさと範囲を示すものと普通解釈される。変化がすみやかであれば、スライバの不整の原因がピッチラップにあるということは可能性が小さく短かいピッチの変動の原因は、カードの方を探すべきである。最小連続試料の長さは、カードスライバの場合のように非常に長い場合が屢々あるが、必ずしもその全長に亘つて全部を試験する必要はない。希望する結果は、少なくとも最小連続試料の長さだけの試料全体に分

けられ部分試料を試験することによつて得られる。この部分試料の長さは大して重要でない。全体の試験で表示器によつて数えられる観測の全数は30以下ではいけない。部分試料の数は目的によつて異なるが、普通の場合最小値は2であつて、これ以上が望ましい。その包みの性質を正確に知ろうとする場合には、部分試料の数は増さなければならず又包みの全部に亘つて分布されるのが望ましい。このような場合には、部分試料の数は少なくとも9乃至16の範囲になければならないが、30を越えるものは殆んど不必要である。この部分試料が集つて1つの試験成績となるのであつて、すべての部分試料が観測されるまでは、表示器の計数器は読まない。

4. 試料間の変動と全変動率

若しも数箇の包みが試験されたとき、平均の重量或は厚みは夫々ある程度異つている。この平均値の変動はこの場合素材単位間の標準偏差として表わされる。この数箇の包みが、1つの母集団からとつた試料であると考えれば全体の変動は包みの内部、及びその間の標準偏差の二乗の和の平方根であつて次のように書かれる。

$$\sigma_T^2 = \sigma_W^2 + \sigma_B^2 \dots\dots\dots (1)$$

σ_T : 全標準偏差 σ_B : 単位間の標準偏差、

σ_W^2 : 内部標準偏差の平均の二乗或はその二乗の平均で後者を採用する方がよい。 σ_T は一つのドフト系統、機械の取付等に対して、すべての長さの試料につき理論的には一定である。第4図はその一例を示す。図で単位

(第4図) 仕上スライバの分散、第3図の場合と異なる点は試料が違う包から取られている点である。Tes. R.J. Nov. 1950 附図

間の変動は第3図の場合と同様な形をとるが、但し試料の長さが長くなつたときに零より大きいある一定の値をとり、この残つた値が、包間の変動特性を表わす。第4図のデータはスライバ試験機及び表示器を使用して得られる。ある1つの長さの試料に対して σ_W を定めるためにのみ、スライバ試験器と表示器を使用すると非常に時間が節約される。 σ_B^2 の曲線は各長さの試料の重量を秤つて得られる。方程式(1)を使い且 σ_T^2 は一定であると推定すると、 σ_W^2 の曲線に必要なデータが計算され

る。この方法は非常にうまくいけれども、スライバ試験器と表示器を全体に亘つて使用した場合より誤差が大きい。最小の連続試料の長さに等しい或はそれより長い試料の級間標準偏差の大きさは、製造装置ユニット即ちカード、ドロヘッド、スピンドルその他の間の相違或は同じユニットすなわち包みの間の相違から来る変動の尺度である。

全変動の小さいことが、繊維材料の究極の目標ではあるが、内部及び級間標準偏差の相対的な大きさも、作業水準及び製品の品質を決定するのに大きな意味を有している。ドラフティング工程は級内標準偏差を増大させ、ダブリングは、級間標準偏差を増大させるということが考えられる。

5. 週 期 性

製造装置を検討する場合、短いピッチの変動が問題になる。これは明かに週期的なものであることが多く、製造機械の機械的な原因のために材料の一定の長さ毎に生じる波である。これを調査するには短い試験でよく、且グラフの記録が必要である。このときには表示された記録は振幅を量的に示すには有用であるが、週波数については何も与えない。この週期性の研究は、機械の欠陥の発見とその位置を明かにするのに非常に役に立つ。この方法については多くの文献がある。そこで表示器は、素材の長さに沿つて同じ間隔をおいた点でそれを観測するから、その短い波が、週期的でないか、或はその観測の間隔とその短い変動の波の波長の比が整数でなければ、その表示器のデータは満足すべきものであり、又実際上は、すべて採用して差支えない。観測を一樣な間隔で行うことは理論的には反対されるけれども、実際上は、観測の週波数が材料の波の週波数と全く一致又は整数倍になる確率は非常に小さいのである。その上に表示器を使用する場合普通は繰返して観測を行い、波の違う点を観測するから上記の心配は更に少なくなる。又観測の間隔が材料の波より小さい場合には、その連続した観測値は独立でなくなる。従つて統計論からみれば不完全な場合が多いがこれは実際上は二次的な重要性しかない。

6. 機 械 作 業

Vose and Plummer は機械作業の評価の尺度として

$$''\text{Damage}'' = \sqrt{V_2^2 - V_1^2} \dots \dots \dots (2)$$

をあげている。 V_2, V_1 は機械から出る素材と入つてくる素材との夫々の変動係数である。又 Tippet は、同様な等値な長さの試料の最大最小値の差(範囲)の比を提案しているが、これは試料の長さによつて異り、機械に対して一定の値とならない。最小連続試料の長さを用いた標準の機械作業の特性値は次のようにして与えられる。機械に入ってくるスライバ或はローピングの各々は、平均の厚み $\bar{X}$ 、標準偏差 σ_x 、変動係数 $V_x = \frac{\sigma_x}{\bar{X}} \times 100$ によつてその特性が定まる。若しN回のダブリングがあれば、それは $N\bar{X}, \sigma_x\sqrt{N}, V = \frac{\sigma_x}{\bar{X}\sqrt{N}} \times 100$ となるもし同じバツクストックが完全なドラフト機械に入るとするとそのドラフトをDとして、出てくる材料は、平均厚さ $N\bar{X}/D$ 、標準偏差 $\sigma_x\sqrt{N}/D$ 、変動係数 $V = \frac{\sigma_x}{\bar{X}\sqrt{N}} \times 100$ で特性が定まる。完全なドラフト機の場合C、観測値に対するものを0の添字をつけると、

$$(V_c)_n = \frac{(V_0)_{n-1}}{\sqrt{N}},$$

は、第n番目のドラフト工程において、それが完全な機構であつたときの変動係数を表わす、 $(V_c)_n$ は $(V_0)_{n-1}$ の材料をドラフトして得られるものの最小の級内変動係数である。そこで機械の特性を表わす数である「作業比」は実際のドラフト機に対して、 $(V_c)_n$ の値と観測値による $(V_0)_n$ の比で表わされる、即ち

$$(PR)_n = \frac{(V_c)_n}{(V_0)_n} = \frac{(V_0)_{n-1}}{\sqrt{N}(V_0)_n} \dots \dots \dots (3)$$

この比の値は、均し機械が無い場合常に1より小さい。これが1に近いことは、仮想の完全な機構と殆んど同じ作業を実際の機械が行つていることを示し、この値が小さいことは、その機械が材料の不整を増大させ、従つてその作業が劣つていることを示している。この場合、級内変動係数が用いられるべきである。その理由は級間変動係数はダブリングの数の函数であつて、ドラフト機構の函数ではないからである。

註 1. 表示器の構造の詳細について Tex. Research. J. Nov. 1950 に詳細に述べている。