ドラフトのむらに関する研究*

(第5報) ズレ理論の性格

(昭和32年7月12日受理) 会 員 山 口 正 隆**

→ 摘 要 ←

研 究 目 的

第4報¹¹⁾のズレの理論を計算の都合上、三角形のステープル ダイアグラムを例として、ドラフト率とむらの関係を求めようとしたもので、一般の $f(l_m - z)$ の形、特殊な形についても計算結果を求める。

研 究 結 果

ズレ理論の基礎となるゲージ、ドラフト曲線の実際の求め方と性格を示し、一例としてズレ理論によるドラフトむら曲線を算定した。

1. 緒 言

ズレ理論の基本的な考え方は第4報¹¹⁾で述べたが、この理論では周期は一定となり ¹¹⁾Ball の“ドラフト波”の概念に一面類似している。本理論の場合は等長繊維（現段階で実際にはあり得ないが）でなく、不等長繊維からなる一般形態のステープル ダイアグラムを有するスライバとして求めた。ただ本理論の場合スフ紡のように比較的等長繊維に近いものはむらが極端に少なくなるが、実際には ²⁾Martindale が論じているように期待するほどむらが少なくなる理由として、この理論以外のむら発生³⁾の素因があると考えられる。その他ドラフトむらの周期については、早くから ³⁾Foster, ⁴⁾Goodings が論じており、その他にもこの種論文が少なくない。

しかし実態はコレログラムなどで数学的に求めても、ある短い糸長間では判然とするものも糸長を長くすると、あるいはいくつかのコレログラムを作ると判然とした周期として判定できるデータは求めにくい。これが紡績におけるむらの実態である。この原因は種々のドラフトという全体の機構なり繊維のもつ特性が、複雑な素因によって、いろいろの面にいろいろの形で相互に関連性をもっているからである。したがって理論は理論として、

一つ一つの性格を検討する意味で第4報の考え方を基礎にして理論値の性格を検討してみた。

2. 眞のゲージ

第3報¹²⁾(7)式について α_s , α_c と n との関係を求めてみる。

$$g \cong \frac{l_m(n-1-\alpha_c)(1-\alpha_c)}{\alpha_s + n - 1}$$

いま配列状態の悪いカード スライバについて α_c (後報でも測定結果を示すが) は ⁹⁾0.5 前後であるし、 α_s は ¹⁰⁾綿については最大 0.07、したがって

(第 1 図)

* A Study on the Irregularity of Drafting. Part 5: The Property of Theoretical Formula on Fibre Drag. (第1報 10巻 4号, 第2報 10巻 5号, 第3報 10巻 7号, 第4報 10巻 8号に所載)

** M. Yamaguchi, Member. 東京工業大学

$$\alpha_c < 0.5$$

$$\alpha_s < 0.07$$

の二、三の組合せについて n との関係計算すると第1図のとおりになる。すなわち曲線より上方の g の値をとれば理論的には満足するが、 n が小となると（例えばブレークドラフトのように $n=1.15\sim 1.4$ の範囲）、 g は0に近くとりうる。ブレークドラフトの目的である“より”をとき繊維を平行に緊張せしめるためには、 g は小さいほどよいが、 α_c は実際は平均を示しており、中にはまっすぐ、平行な繊維もあるから、あまり短くはできない。

3. ドRAFT曲線の実地的求め方

一般にステーブルダイアグラムの密度曲線は簡単に求まらないから区分法で第3報の各曲線を求めると

浮遊繊維曲線

$$\begin{aligned} \phi'_Q(\varphi) = & \dot{N} \sum_{z_i=l_m-g}^{\varphi-g+l_m} \frac{(g-l_m+z_i)(l_m-z_i)}{(l_m+z_i)\rho} \\ & + \varphi \dot{N} \sum_{z_i=\varphi-g+l_m}^{l_m-\varphi} \frac{(l_m-z_i)}{(l_m+z_i)\rho} \\ & + \dot{N} \sum_{z_i=l_m-\varphi}^{l_m} \frac{(l_m-z_i)(l_m-z_i)}{(l_m+z_i)\rho} \quad \dots\dots\dots (1) \end{aligned}$$

ここに

$$\rho = \sum_{z_i=0}^{l_m} \frac{l_m-z_i}{l_m+z_i} (l_m-z_i)$$

(第2図 a)

(ただし詳細については第1報～第4報参照)
バックおよびフロントローラの把持曲線 $\phi'_{BX}(\varphi)$, $\phi'_{FX}(\varphi)$ については

$$\phi'_{BX}(\varphi) = \dot{N} \sum_{z_i=0}^{l_m-\varphi} \frac{(l_m-z_i-\varphi)(l_m-z_i)}{(l_m+z_i)\rho} \quad \dots (2)$$

$$\phi'_{FX}(\varphi) = \frac{\dot{N}}{n} \sum_{z_i=0}^{l_m-g+\varphi} \frac{(l_m-z_i-g+\varphi)(l_m-z_i)}{(l_m+z_i)\rho} \quad \dots\dots\dots (3)$$

またラッチ間の任意2点 $\varphi=\varphi_a; \varphi_b$ ($\varphi_b > \varphi_a$) の間の浮遊繊維曲線 $\phi_{Qab}(\varphi)$ については第4報(6)を参照してその対称の半分 $\phi'_{Qab}(\varphi)$ について

$$\begin{aligned} \phi'_{Qab}(\varphi) = & \dot{N} \sum_{z_i=l_m-\varphi_b+\varphi_a}^{\varphi-\varphi_b+l_m} \frac{(\varphi_b-l_m+z_i-\varphi_a)(l_m-z_i)}{(l_m+z_i)\rho} \\ & + \dot{N} (\varphi-\varphi_a) \sum_{z_i=\varphi-\varphi_b+l_m}^{l_m-\frac{\varphi_b-\varphi_a}{2}} \frac{(l_m-z_i)}{(l_m+z_i)\rho} \\ & + (\varphi-\varphi_a) \dot{N} \sum_{z_i=l_m-\frac{\varphi_b-\varphi_a}{2}}^{\varphi_a-\varphi+l_m} \frac{(l_m-z_i)(l_m-z_i)}{(l_m+z_i)(\varphi_a+l_m+z_i)\rho} \\ & + \dot{N} \sum_{z_i=\varphi_a-\varphi+l_m}^{l_m} \frac{(l_m-z_i)(l_m-z_i)}{(l_m+z_i)\rho} \quad \dots\dots\dots (4) \end{aligned}$$

以上の(1), (2), (3)式を応用して $\phi_{BX}(\varphi)$, $\phi_{FX}(\varphi)$, $\phi_Q(\varphi)$ を求め、第4報(13)式を参照して浮遊繊維と把持高低速繊維との接触比の等しい条件を求めると

$$\frac{1}{n} \sum_{\varphi_l=\varphi_a}^{l_m-\varphi+\varphi_a} \sum_{z_i=0}^{l_m-g+\varphi} \frac{(l_m+z_i-g+\varphi_i)(l_m-z_i)}{(l_m+z_i)\rho}$$

(第2図 b)

(第2図 c)

$$= \sum_{\varphi_i = \varphi_a}^{l_m - z_i + \varphi_a} \sum_{z_i = 0}^{l_m - \varphi_i} \frac{(l_m - z_i - \varphi_i) \dots (l_m - z_i)}{(l_m + z_i) \rho} \dots (5)$$

$$\varphi_f = g - (l_m - z_f) \dots (6)$$

とおくと、(5)、(6)式より φ_f が求まる。

また $\Phi_{BX}(\varphi)$ と $\Phi_{FX}(\varphi)$ との交点 φ_e は (2) 式と (3) 式を等しいとおけば求められるから、第4報のドラフトのズレ理論むら曲線 $\Phi_X(\varphi)$ は区分法で求められる。

いま第2報、第16図のステーブルダイアグラムおのについて、ドラフト曲線および φ_f , φ_e を求めると第2図A, B, C, D, E, Fようになる。

4. ドラフト曲線の図式解法

区分法による計算も時間を要するので実用的な図式解法について順を追って述べる

- 1) 区分法により $\Phi_{BX}(\varphi)$ を算定し、 $\varphi - \Phi_{BX}(\varphi)$ を図で求める。(第3図参照)
- 2) いまドラフト率 $n=1$ とすると

$$\Phi_T(\varphi) = \dot{N}$$
- 3) $n=1$ のときの $\Phi_{FX}(\varphi)$ 曲線は $\varphi = g/2$ に対して $\Phi_{BX}(\varphi)$ と対称になる。これをいま $\Phi_{FX}(\varphi)_{n=1}$ として図で求める。
- 4) いま $n > 1$ についての $\Phi_{FX}(\varphi)$ 曲線を $\Phi_{FX}(\varphi)_n$ とすると

(第3図)

$$\Phi_{FX}(\varphi)_n = \Phi_{FX}(\varphi)_{n-1}/n \dots (7)$$

曲線を図のように求める。

- 5) $\Phi_Q(\varphi)$ はドラフト率 n に関係なく一定であるから $n=1$ の場合を考えると

$$\Phi_Q(\varphi) = \dot{N} - \Phi_{BX}(\varphi) - \Phi_{FX}(\varphi)_{n=1} \dots (8)$$

より求められる。

- 6) 以上より $\Phi_T(\varphi)$ は

$$\Phi_T(\varphi) = \Phi_{BX}(\varphi) + \Phi_{FX}(\varphi)_n + \Phi_Q(\varphi) \dots (9)$$

より求められ、 φ_e は $\Phi_{BX}(\varphi)$, $\Phi_{FX}(\varphi)_n$ の交点の φ の位置、 φ_f は φ_e , $\Phi_{BX}(\varphi)$, $\Phi_{FX}(\varphi)_n$ を基礎にして、グラフ用紙またはプラメータで近似的に求められる。

- 7) また $\Phi_{Qab}(\varphi)$ 曲線は、全く同様にして求めることができる。すなわち最大繊維長 l_m のかわりに $\varphi_b - \varphi_a = l'_m$ としてこれより l'_m 以下のステーブルダイアグラムの密度曲線 $\langle l'_m - z_i \rangle$ を求め、前記1)~5)の方法を用いればよい。

ただし(3)における g は $\varphi_a + \frac{\varphi_b - \varphi_a}{2}$ とする。

5. ズレ理論の計算例

いま計算を簡便にするため $l_m = 40$, $n = 6$, $g = 38$, $f(l_m - z_i) = 1/40$ とすると、第4報¹¹⁾(13)式より

$$\begin{aligned} & \int_{\varphi_a}^{40-z+\varphi_a} \int_0^{2+\varphi} \frac{(2-z+\varphi) dz d\varphi}{40+z} \\ &= 6 \int_{\varphi_a}^{40-z+\varphi_a} \int_0^{40-\varphi} \frac{(40-z-\varphi) dz d\varphi}{40+z} \\ &\therefore \int_{\varphi_a}^{40-z+\varphi_a} \left\{ 6 \left(80 \log \frac{80-\varphi}{40} - \varphi \log \frac{80-\varphi}{40} - 40 + \varphi \right) \right. \\ &\quad \left. - \left(42 \log \frac{42+\varphi}{40} + \varphi \log \frac{42+\varphi}{40} - 2 - \varphi \right) \right\} d\varphi \\ &= 0 \\ &\therefore \left[480 \left(\varphi \log \frac{80-\varphi}{40} + \int \frac{\varphi}{80-\varphi} d\varphi \right) \right. \\ &\quad \left. - 3 \left(\varphi^2 \log \frac{80-\varphi}{40} + \int \frac{\varphi^2}{80-\varphi} d\varphi \right) \right] \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & -240\varphi + \frac{1}{2}\varphi^2 \\
 & -4\left(\varphi \log \frac{42+\varphi}{40} - \int \frac{\varphi}{42+\varphi} d\varphi\right) \\
 & -\frac{1}{2}\left(\varphi^2 \log \frac{42+\varphi}{40} - \int \frac{\varphi^2}{42+\varphi} d\varphi\right) \\
 & +2\varphi + \frac{1}{2}\varphi^2 \Big|_{\varphi_a}^{40-z+\varphi_a} = 0
 \end{aligned}$$

ここで $40-z-\varphi_a=\varphi_b=g=38$

$$\therefore z=2+\varphi_a=2+\varphi_f$$

これを代入して整理すると、対数方程式となり、解けないので近似解法により

$$\varphi_f=20.31$$

ここで計算の便宜上

$$\varphi_f=20$$

とする。また φ_e を求めると

$$\Phi_{HX}(\varphi)=\Phi_{FX}(\varphi) \text{ より}$$

$$6 \int_0^{40-\varphi_e} \frac{(40-z+\varphi_e) dz}{40+z} = \int_0^{2+\varphi_e} \frac{(2-z+\varphi_e) dz}{40+z}$$

同様に対数方程式となるので近似解法にて求めると

$$\varphi_e=28.27$$

したがって $\varphi_e=28$ とし、 φ_e, φ_f を第4報(28)式に代入し、さらに $\varphi'=0 \sim 108(=n(g-\varphi_f))$ を代入して $\Psi_X(\varphi')$ を求めると第4図のように求められる。

(第4図)

(第5図)

6. ズレ理論の性格

ズレ理論の性格は $f(l_m-z)$ およびドラフト条件 $n, g-\varphi_f$ によって変わってくる。したがって

$$f(l_m-z) = \frac{1}{l_m}$$

$$l_m=40 \quad g=38$$

として第5図に $n \sim \varphi_f, n \sim (g-\varphi_f), n \sim T$ (ただし T は周期とする) を示す。

またズレの量を $n=1$ の場合の理論的ズレ量に対する比 J で示すことにすると

$$J = \int_{\varphi_f}^g \Phi_{Qfg}(\varphi) d\varphi / \int_0^g \Phi_{Q0} \cdot \frac{g}{2} \cdot g(\varphi) d\varphi \quad \dots (11)$$

この J について $\varphi_f \sim J, n \sim J$, また便宜上 $\varphi_f \sim n, n \sim T$ も同時に示すと第6図のようになる。

$\Phi_X(\varphi')$ の形を区分して第7, 8図のように Q, C, D, A, B を求めると

(第6図)

(第7図)

(第8図)

$$Q = \int_{(n-1)(g-\varphi_f)}^{n(g-\varphi_f)} \Phi_{Qreg} \{ \varphi' - n(g-\varphi_f) + g \} d\varphi' \dots\dots(12)$$

$$C = \frac{1}{n} \int_0^{(n-1)(g-\varphi_f)} \Phi_{Qreg} \left(\varphi_f + \frac{\varphi'}{n} \right) d\varphi' \dots\dots(13)$$

$$D = \frac{1}{n} \int_{(n-1)(g-\varphi_f)}^{n(g-\varphi_f)} \Phi_{Qreg} \left(\varphi_f + \frac{\varphi'}{n} \right) d\varphi' \dots\dots(14)$$

$\dot{N}/n$ と $\Phi_X(\varphi')$ との途中の交点を φ_h とすると

$$A = \int_{(n-1)(g-\varphi_f)}^{\varphi_h} \Phi_{Qreg} \{ \varphi' - n(g-\varphi_f) + g \} - \frac{1}{n} - \Phi_{Qreg} \left\{ \varphi_f + \frac{\varphi'}{n} \right\} d\varphi' \dots\dots(15)$$

$$B = \int_{\varphi_h}^{n(g-\varphi_f)} \Phi_{Qreg} \{ \varphi' - n(g-\varphi_f) + g \} - \frac{1}{n} - \Phi_{Qreg} \left\{ \varphi_f + \frac{\varphi'}{n} \right\} d\varphi' \dots\dots(16)$$

ここで $n \sim Q$, $n \sim C$, $n \sim D$ を求めると、第7図のよう

(第 9 図)

(第 10 図)

(第 11 図)

になる。また A, B は Q, D を基礎にしても求められる。第8図は $n \sim A, n \sim B$, したがって $n \sim (A+B)$ の関係が求まり第7, 8図 $(A+B)$ より第9図において $n \sim (A+B+C)$ が求まる。

(第 12 図 a)

(第 12 図 b)

ここでズレの量の計量値 U_I を次のように (第6報 U_I 計量法)

$$U_I = \frac{A+B+C}{\frac{\dot{N}}{n} \times n(g-\varphi_f)} = \frac{A+B+C}{\dot{N}(g-\varphi_f)} \dots\dots\dots (17)$$

で示すものとして $n \sim n(g-\varphi_f)$, $n \sim (g-\varphi_f)$ および $n \sim (A+B+C)$ の関係を求めると第10図のごとくなる。さらに $n \sim U_I$ の関係は第11図に示されるとおりである。

本理論を基礎にした考え方からすれば n を大にすると, $n=1 \sim 4$ までは急激に U_I 計量値は増大し, これ以上の n の値に対してはほぼ一定となる。

いま特殊の形のステープル ダイアグラムにつき l_m , g を等しくしてドラフト曲線を求めると, 第12図のとおりに示され, さらに $n \sim U_I$ の関係を求めると第13図のとおりに算定される。

(第13図)

7. 結 語

理論的ドラフトむらの形について実用的な解法を示し, これらのむら, すなわちズレ量はドラフト率がある限度以上になるとほぼ一定となる。この性格は実際のド

ラフトの様相と異なるが, その理由として後報でも述べるようにスライバ中の集団性繊維群の影響, あるいはローラ把持不確実など, 他の素因が影響してくるからであって, しかも断面繊維数が減少するにつれて, この傾向は増大する。したがってドラフト工程が進むにつれて理論的性格のむら形は少なくなる。

付言 本研究に当り, 御協力をいただいた東京工業大学大学院 李八淳氏に謝意を表する次第である。

文 献

- 1) Balls, W. L.: Studies of Quality in Cotton, London, ch VIII (1928)
- 2) Martindale, J. G.: J. Text. Inst., 41, P. 310 (1950)
- 3) Goodings, A. C.: J. Text. Inst., 22, T. 1 (1931)
- 4) Foster, G. A. R.: J. Text. Inst., 21, T. 18 (1930)
" " 26, T. 37 (1936)
" " 36, T. 229 (1945)
- 5) Foster, G. A. R., Martindale, J. G.: J. Text. Inst., 37, T. 1 (1946)
- 6) Martindale, J. G.: J. Text. Inst., 32, T. 1 (1941)
- 7) Beevers, W. L. R. A., Publication, p. 186 (1952)
- 8) Gregory, J., Tyson, A.: J. Text. Inst., 42, T. 147 (1951)
- 9) 井谷和十郎: 本誌, 9, 461, 809 (昭31)
- 10) 繊維学会: 繊維性能表, p. 7
- 11) 山口正隆: 本誌, 10, 643 (昭32)
- 12) " : " 10, 584 (昭32)
- 13) " : " 10, 420 (昭32)