技術報告

オープン エンド精紡用 ロータ内における線状体 の運動

(第1報) ロータ内における線状体の
運動の観察および数値計算
結果との比較

会 員 矢井田 修*
堀 井 保 範**
会 員 堀 川 明***

1. まえがき

ロータ式オープン エンド精紡法では、コーミング ロータもしくは吸引気流によって個々に分離された繊維は繊維供給部を通してロータ内に入る。そしてロータ内部回転気流中を飛走しロータ壁面に到達し、さらに繊維集束面上へ移行する。この分離されてからロータ壁面に到達する間の繊維の運動や姿勢を制御したり予測することができれば、さらに良質のオープン エンド糸を製造することが可能になると考えられる。

我々はこれまで豊田およびチェコ型BD-200オープン エンド精紡機用ロータをモデル化したロータを用い、ロータ内部気流の流速分布、静圧分布等を5孔ピトー管によって測定してきた^{1,2)}。これより、ロータ内部流の状態が定量的に求められ、ロータ内部気流中を飛走する繊維の運動を解明するための基礎的データが与えられた。

ロータ内における繊維の運動についてはまだ解明されていない点が多く、Kirshner³⁾が高速カメラを用いてロータ内を飛走している繊維の写真撮影を行っている程度である。

Motion of Slender Body in an Open-End Spinning Rotor

part 1 : Observation on the Motion of Slender Body in an Open-end Spinning Rotor and Comparison with Numerical Calculation

Osamu Yaida*, Yasunori Horii** and

Akira Horikawa***

*Faculty of the Science of Living, Osaka City University,
Osaka

**Toray Co, Ltd, Mishima.

***Department of Mechanical Engineering, Osaka University,
Suita.

The motion of slender body in an modelled rotor which is, in size, twice as large as the practical Toyoda BD-200 Open-End spinning rotor have been investigated experimentally. Furthermore, the equation of motion based on Shiomi's analysis was calculated numerically, and compared with the experimental results.

The results obtained were summarized as follows.

- 1) After the slender body leaves the exit of the transport tube, it moves toward the bottom, and then rises to the surface and at last moves rotationally toward the slide wall of the rotor.
- 2) The slender body collides to the slide wall of the rotor from the back of it, and then falls forward.
- 3) In regard to the motion of the slender body, experimental results agree well with theoretical results based on Shiomi's analysis. (Received July 21, 1983)

本研究では、オープン エンド精紡用ロータ内における繊維の運動を調べるため、豊田型BD-200オープン エンド精紡機用ロータをモデル化したロータを用い、また第1段階として繊維の代りにステンレス細線を用いて水中での線状体の運動を写真撮影し、さらに塩見らによる回転気流中における線状体の運動に関する理論⁴⁾を基礎にした運動方程式を数値計算することによって得られた結果との比較検討を行った。

2. 実験装置および実験方法

2.1 実験装置の概略

水中において回転しているロータ内での線状体の運動を観察するための実験装置の概略を図1に示す。水槽⑨には厚さ10 mm, ステータ④には厚さ5.0 mmの透明アクリル板を用いた。ロータ⑤も同じく透明アクリル樹脂

*O. Yaida, Member. 大阪市立大学 生活科学部

**O. Horii, 東レ

***A. Horikawa, Member. 大阪大学 工学部

図1 実験装置概略図

図2 ロータ

製であり、水槽の外側からロータ内部での線状体の運動を観察することができる。実験用モデル ロータはモータ⑥によって駆動され、回転数を定電圧電源装置によって調節した。ロータ上部にはステータ支持板③に、ねじ止めされたステータがあり、またそのステータに糸引出し管①と繊維供給管②を取付けた。なお、このステータは種々の実験条件が設定できるように取外しが可能である。装置全体を暗室に置き、ストロボ スコープ⑧を照射しながら、カメラ⑦によりロータ内での線状体の運動を写真撮影した。

2.2 モデル化したロータ

実際のオープン エンド精紡機用ロータは寸法が小さく、かつ内部形状も複雑であり、このロータ内での線状体の運動を観察するのは困難である。そこで本実験では豊田型BD-200オープン エンド精紡機用ロータをモデル化したロータを用いた。図2にモデル化したロータの形状・寸法を示す。

ロータ内部の流れ状態はロータ内部形状によって大きな影響を受けるので、モデル化したロータではその内部形状を実際のロータと同じにし、寸法を2倍とした。なお、ロータ底面にある空気排出口径は6mmで個数は8個である。

2.3 ステータ

ステータの概略を図3に示す。ステータのロータ側の平面には幅12mm、深さ2.5mmの円環状の溝が削られてあり、実験においては溝の底とロータの上縁とのクリ

図3 ステータ

アランスが0.5 mm となるように調節した。ステータには糸引出し管および繊維供給管が取り付けられていて、それらはいずれも全長50 mm, 内径6 mm, 外径8 mm のガラス管である。

2.4 線状体

本実験では線状体としてステンレス細線を用いた。ステンレス細線の長さは40 mm であり、直径が80 μ と150 μ の2種類を用いた。なお、ステンレスの密度は7.98 g/cm³ である。実験には2種のステンレス細線に白色塗料を塗布して用いた。

2.5 実験条件および実験方法

オープン エンド精紡機用ロータ内へは、糸引出し管および繊維供給管から空気が流入し、ロータ内部の気流状態に大きな影響を及ぼす。しかし、その影響の程度は繊維供給管によるものの方が非常に大きい²⁾。そこで本実験では、図3に示す繊維供給管挿入位置 (r_f) および繊維供給管挿入長さ (l_f) を変化させて実験を行った。表1に実験条件を示す。すなわち、水中におけるロータ回転数を230 rpm, 繊維供給管挿入角度 (θ) を20° と一定にし、繊維供給管挿入位置および繊維供給管挿入長さをロータ内部最大半径 (繊維集束面半径 $R=67.8$ mm) で割った値を表1のように変化させた。

写真撮影はロータ上部1箇所からと、ロータ側面3箇所から行った。側面からの撮影は、繊維供給管挿入位置を起点とし、ロータの回転方向に沿って290°, 180°, 270° の位置で行った。まずストロボ スコープを照射し、線状体の全長の半分ほどを繊維供給管に入れる。するとロータの自己ポンプ作用により吸引力が働くので、線状体は離すと同時に写真撮影を始めると線状体はロータ内部へ吸込まれ、ロータ内での線状体の運動を線状体がロータ内繊維集束面に横たわるまで撮影することができる。なお、ストロボ スコープの発光間隔は0.033 sec であり、ASA 400 のフィルムを用いた。

表1. 実験条件

	r_f/R	l_f/R	Θ	n
条件 1	0.55	0.15	20°	230
条件 2	0.71			
条件 3	0.55	0.30		
条件 4	0.71			

R: ロータ内部の最大半径
n: ロータ回転数 (rpm)

3. ロータ内における線状体の運動に関する理論

平行気流中を飛走する線状体の運動については既に多くの報告がある⁵⁻⁸⁾。また回転気流中における線状体の

運動に関しても2, 3の報告がある^{4,9)}。オープン エンド精紡機用ロータ内における線状体の軌跡, 姿勢を求めるに際して、ここではロータ内の線状体の運動を記述するのに適当であると考えられる塩見らによる運動方程式を基礎方程式として用いた。

3.1 ロータ内における線状体の運動方程式

前述のように、ここでは塩見らの理論を基礎にしているので、線状体の運動方程式については簡単に述べる。

この理論のための仮定として代表的なものをつぎに列記する。1) 流体は非圧縮性である。2) 二次元流れ場における運動とする。3) 線状体は円形断面の中実な直真ぐな剛体とする。4) 重力, 浮力の影響を無視する。5) 線状体の軸方向の微小長さ dl に垂直に働く抗力 dD は(1)式で与えられる。6) 抗力係数 C_d は V_p を代表速度とするレイノルズ数 $Re_1 = |V_p| \cdot d/\nu$ の関数であり、レイノルズ数の範囲によって(2)式を用いることにする¹⁰⁾。7) 線状体の軸方向の微小長さ dl に平行に働く摩擦力 dF は(3)式で与えられる。

$$dD = \frac{1}{2} \rho \cdot d \cdot C_d \cdot V_p^2 \cdot dl \quad \dots\dots\dots(1)$$

$$\left. \begin{aligned} C_d &= (8\pi/Re_1) / \{2.0022 - l_n(Re_1)\} \quad (Re_1 < 1) \\ C_d &= -4.078 + 16.631 Re_1^{-0.3778} \quad (1 \leq Re_1 \leq 5) \\ C_d &= (0.707 + 3.42 Re_1^{-1/2})^2 \quad (5 \leq Re_1 \leq 37) \\ C_d &= 0.95 + 4 Re_1^{-1/2} \quad (37 \leq Re_1) \end{aligned} \right\} \quad \dots\dots\dots(2)$$

$$dF = \pi \cdot \rho \cdot \nu \cdot V_p \cdot dl \cdot N_s \quad \dots\dots\dots(3)$$

(N_s はヌッセלט数で、 $N_s = 0.36 + 0.48 Re_2^{1/4}$ であり、 $Re_2 = |V_p| \cdot d/\nu$ である)

ここで、 ρ : 流体の密度、 d : 線状体の直径、 ν : 流体の動粘性係数、 V_p : 線状体上の長さ dl において線状体軸に垂直な流れの線状体に対する相対速度成分、 V_p : 線状体上の長さ dl において線状体軸に平行な流れの線状体に対する相対速度成分である。

これらの仮定および図4(a)に示すような回転流れの中心を原点0とする極座標 (r, θ) を用いると、線状体軸に直交し重心 (G) を含む軸のまわりの線状体の自転および線状体の並進運動に関してつぎのような式が得られる。

$$\ddot{\phi} = 6 \cdot \rho \cdot d \cdot \frac{1}{mL^2} \int_{-\frac{L}{2}}^{\frac{L}{2}} V_p^2 \cdot C_d \cdot l \cdot dl - \ddot{\theta} \quad \dots\dots\dots(4)$$

$$\ddot{r} = -\frac{D}{m} \sin \phi + \frac{F}{m} \cos \phi + r \dot{\theta}^2 \quad \dots\dots\dots(5)$$

$$\ddot{\theta} = \frac{D}{r \cdot m} \cos \phi + \frac{F}{r \cdot m} \sin \phi - \frac{2}{r} \dot{r} \dot{\theta} \quad \dots\dots\dots(6)$$

ここで、 m : 線状体の質量、 D : 線状体軸に垂直に働く全抗力、 F : 線状体軸に平行に働く全摩擦力、 L : 線

状体の全長, l : 線状体重心から線状体軸に沿ってとった長さ, ϕ : 線状体の傾き角, $\dot{\phi}$: 線状体の重心を通り線状体軸のまわりの線状体の自転加速度, $\dot{\theta}$, $\ddot{\theta}$: 線状体重心の回転角速度および加速度, $\dot{r}$, $\ddot{r}$: 線状体重心の半径方向速度および加速度, r : 線状体重心の半径方向位置である。

図 4(a) 理論式のための座標系
(線状体が壁面に衝突するまで)

図 4(b) 理論式のための座標系
(線状体が壁面に衝突した以後)

したがって、これらの式を連立させて解くことにより回転流れ中を運動する線状体の姿勢および軌跡を求めることができる。

線状体がロータ内回転流れ中を飛走している間は上述の運動方程式を用いることができるが、線状体の一端がロータ内壁に接触してからは内壁から反力 P および摩擦係数 μP (μ は動摩擦係数) を受けると考えられる。そこで、これらの力を考慮して、式(4), (5), (6)をつぎのように修正した (図 4(b)参照)。

$$\begin{aligned} \ddot{\phi} = & 6 \cdot \rho \cdot d \cdot \frac{1}{mL^2} \int_{-\frac{l}{2}}^{\frac{l}{2}} V_v^2 \cdot C_a \cdot l \cdot dl - \ddot{\theta} \\ & - P \cdot 12 \frac{1}{mL^2} \left(\frac{L}{2} \cos \left(\frac{\pi}{2} - (\phi - \alpha) \right) \right. \\ & \left. + \mu \cdot \frac{L}{2} \sin \left(\phi - \alpha - \frac{\pi}{2} \right) \right) \quad \dots\dots\dots (7) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \ddot{r} = & -\frac{D}{m} \sin \phi + \frac{F}{m} \cos \phi + r \dot{\theta}^2 - \frac{P}{m} \cos \alpha \\ & - \frac{\mu P}{m} \sin \alpha \quad \dots\dots\dots (8) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \ddot{\theta} = & \frac{D}{rm} \cos \phi + \frac{F}{rm} \sin \phi - \frac{2}{r} \dot{r} \dot{\theta} - P \frac{1}{rm} \sin \alpha \\ & + \frac{\mu P}{rm} \cos \alpha \quad \dots\dots\dots (9) \end{aligned}$$

$$\text{ただし } \cos \alpha = \frac{r + L/2 \cdot |\cos \phi|}{R}$$

$$\sin \alpha = \frac{\frac{L}{2} \cdot \sin \phi}{R}$$

$$\alpha = \tan^{-1} \left(\frac{\cos \alpha}{\sqrt{\cos^2 \alpha + 1}} \right) - \frac{\pi}{2}$$

である。

また、線状体の一端がロータ壁に接触しているので、図 4(b)に示すように r と ϕ の間に次式のような関係がある。

$$R^2 = \left(\frac{L}{2} \right)^2 + r^2 - 2 \cdot \left(\frac{L}{2} \right) \cdot r \cdot \cos \phi \quad \dots\dots\dots (10)$$

式(10)を 1 次および 2 次微分して次式が得られる。

$$\dot{r} (L \cdot \cos \phi - 2r) = \dot{\phi} \cdot L \cdot r \cdot \sin \phi \quad \dots\dots\dots (11)$$

$$\begin{aligned} \ddot{r} (L \cdot \cos \phi - 2r) = & \ddot{\phi} \cdot L \cdot r \cdot \sin \phi + 2 \dot{r}^2 \\ & + 2 \dot{r} \cdot \dot{\phi} \cdot L \cdot \sin \phi + \dot{\phi}^2 \cdot L \cdot r \cdot \cos \phi \quad \dots\dots\dots (12) \end{aligned}$$

したがって、線状体がロータ内壁に接触しない間は $P = 0$ として式(7)~(9)を解き、線状体の一端がロータ壁に接触してからは、式(7)~(12)を連立させて解くことにより反力 P を求め、この値をさらに式(7)~(9)に代入して連立させて解いて線状体の運動を求めた。

3.2 ロータ内における線状体の運動の数値計算

A. ロータ内部流れの流速分布

前述の運動方程式を用いてロータ内における線状体の運動を数値計算するためには、ロータ内部流れの流速分布が必要である。そこで、オープン・エンド精紡機用ロータ内における気流の流速分布については既に発表している^{11,12)}のでそれを採用することとした。繊維供給管挿入位置などの条件によって流速分布が異なるので、本実験の各条件 1~4 に対応する条件下での流速分布の図から各測定点間を直線近似することにより、流速分布の式を求めた。図 5 はロータ内部流れの周方向速度分布を示し

図5 ロータ内流れの流速分布の1例
(γ : 繊維供給管挿入位置を $\gamma=0^\circ$ としロータの回転方向にとった子午面の角度)

図6 ロータ内流れの流速分布の1例
(V_θ : ロータ内流れの周方向分速度)

た1例であり、図6は流れの周方向速度成分(V_θ)をロータ最大半径の周速度(U)で割った値と、ロータの半径方向位置(r_c)をロータ最大半径で割った値との関係を示した1例である。表2は図6などから得られる各条件におけるロータ半径方向の周方向速度分布を示す。この値を数値計算に用いた。

B. その他の計算条件

流体に関しては、 $\rho = 101.94 \text{ kg} \cdot \text{s}^2/\text{m}^4$ (10°C , 760 mmHg における値) とした。

線状体に関しては、 $L=40 \text{ mm}$, $d_i=80$ および 150μ , 比重を7.98とした。また線状体の流体中の運動の初期条件として、それぞれの記号に添字 i を付し、つぎのように定めた。 $n_i=0.034$ および 0.044 (m) , (それぞれ条件

表2 ロータ内部流れの流速分布

条件	適応範囲	流速分布
条件1	$r_c < 0.015$	$690.47 \times r_c$
	< 0.025	$240.86 \times r_c + 6.744$
	< 0.035	$240.86 \times r_c + 6.744$
	< 0.040	$120.43 \times r_c + 10.96$
	< 0.045	$120.43 \times r_c + 10.96$
	< 0.050	$-24.086 \times r_c + 17.46$
	≥ 0.050	$652.34 \times r_c - 16.36$
条件2	< 0.015	$754.69 \times r_c$
	< 0.025	$-48.170 \times r_c + 12.04$
	< 0.035	$337.21 \times r_c + 2.409$
	< 0.040	14.210
	< 0.045	$-481.70 \times r_c + 33.48$
	< 0.050	$120.43 \times r_c + 6.384$
	≥ 0.050	$973.48 \times r_c - 36.27$
条件3	< 0.015	$1027.7 \times r_c$
	< 0.025	$96.342 \times r_c + 13.97$
	< 0.035	$48.170 \times r_c + 15.17$
	< 0.040	$-48.170 \times r_c + 18.55$
	< 0.045	$-24.091 \times r_c + 17.58$
	< 0.050	$-24.091 \times r_c + 17.58$
	≥ 0.050	$642.29 \times r_c - 15.74$
条件4	< 0.015	$987.53 \times r_c$
	< 0.025	$96.342 \times r_c + 13.37$
	< 0.035	$84.302 \times r_c + 13.67$
	< 0.040	$-120.43 \times r_c + 20.87$
	< 0.045	$-96.342 \times r_c + 19.87$
	< 0.050	$-96.342 \times r_c + 19.87$
	≥ 0.050	$752.75 \times r_c - 22.58$

注) r_c : ロータの半径方向位置 (単位: m)

1および3と条件2および4に対応する), $r_i=0$, $\phi_i=\pi/2$, $\dot{\phi}_i=0$, $\theta_i=0$, $\dot{\theta}_i=10 \text{ (rad/sec)}$. なお $\mu=0.3$ とした。

ある時刻における線状体の位置、速度および加速度が計算されると、それから微小時間 ΔT 後の線状体の運動に関する各値は運動方程式(7)~(9)から求められる。そして、時刻 T を ΔT ずつ進めて数値計算を行い、線状体がロータ内壁上に横たわるまで計算を行った。

4. ロータ内における線状体の運動の観察

ロータ内における線状体の写真撮影結果の1例を図7(a), (b)に示す。(a)は直径 80μ , (b)は直径 150μ のステンレス細線の運動である。これはロータ上方から撮影した写真であり、繊維供給管からロータ内に流入した線状体のロータ内壁面上に横たわるまでの様子がよくわかる。すなわち、繊維供給管からロータ内に流入した線状体はロータ内回転流にすぐに巻込まれ、先端を徐々に回転させながらロータ壁面に達する。また、ロータ壁面に接触するときには線状体の先端が接触するのではなく、線状

(a)

(b)

図7 ロータ内での線状体の運動
(a)直径80 μ の線状体 (b)直径150 μ の線状体

体の後端が最初に接触しロータ集束面上へは前傾しながら前へ倒れるような形で横たわる。また、ロータ壁面に到達する時間に関して、(a)の場合にはロータを約1周して壁面に到達するのに対して、(b)の場合にはほぼ半周で壁面に到達しており、遠心力の影響の大きさがよく写真に表われている。

図8, 9にロータ側面方向から観察した線状体の運動の様子を示す。図8の(a)は表2の条件1, (b)は条件2, 図9の(a)は条件3, (b)は条件4の場合である。どの条件下でも側面方向から観察した線状体の運動は類似しており、繊維供給管からロータ内に流入した線状体は最初少しだけ下部底面方向に飛走し、それからロータ上部の方へ浮上がり、最後にロータ内を回転しながららせん状にロータ下部底面に向かって徐々に下降していく。したがって、オープン エンド精紡機用ロータ中での線状体の運動は三次元的であるといえる。これらのことは明らかにロータ内の流れの影響を受けて線状体が運動していることを示しており、図10に1例を示して内部形状および寸法が同じ別のロータ内部気流の方向と線状体の運動方向が良く一致している。

5. 実験結果と数値計算結果との比較

図11~14は各条件下における写真撮影結果と数値計算

J-1
(a) J-2
(b)

図8 側面から観察した線状体の運動
(a)条件1 (b)条件2

J-3
(a) J-4
(b)

図9 側面から観察した線状体の運動
(a)条件3 (b)条件4

図10 ロータ内部の気流状態

図11 実験結果と計算結果との比較(1)
(80 μ の線状体, 条件1)

図12 実験結果と計算結果との比較(2)
(80 μ の線状体, 条件4)

結果との比較を示す。各図とも(a)は写真撮影結果であり、(b)はそれぞれの実験結果から読取った初期値を代入して計算した結果である。数値計算の基礎である運動方程式を導くにあたり、種々の仮定を導入しているにもかかわらず、これらの図の(a)と(b)を比較すればかなり良く線状体の運動が一致しているのがわかる。さらに図15は数値

的両者を比較するため、これらの図の(a)と(b)から読取った r, θ, ϕ の時間 T に対する変化をグラフに表わした1例であるが、数値的にも実験結果と数値計算結果が良く似た傾向を示すことがわかる。

これらのことから、水中におけるモデル実験によって実際のオープン エンド精紡機用ロータ内における線状

(a)

(b)

図13 実験結果と計算結果との比較(3)
(150 μ の線状体, 条件 3)

(b)

図14 実験結果と計算結果との比較
(150 μ の線状体, 条件 4)

体の運動を予測することが可能であり, さらに進めると水中におけるモデル実験と数値計算結果とが良く似た傾向を示すことから, 単に数値計算のみによって実際のオープンエンド精紡機用ロータ内における線状体の運動

図15 実験値と理論値との比較

を予測する上に参考にでき, ロータ中での線状体の姿勢, 軌跡を制御するための基礎的データを得ることができると考えられる。

6. 結 論

豊田型 B D-200 オープン エンド精紡機に用いられているロータをモデル化 (寸法 2 倍) したロータを水中で回転させ, ロータ内における線状体の運動を写真撮影するとともに, 塩見らの理論を基礎にした運動方程式による数値計算を行い, 実験結果と比較検討した。

得られた結果はつぎのとおりである。

- 1) 繊維供給管からロータ内部へ入った線状体は最初ロータ底部方向に向かって飛走するが, すぐにロータ内部の回転流れに巻き込まれ, 少しロータ上方に浮き上がった後, 最後にロータ内部を回転しながららせん状にロータ下部底面に向かって移動していく。
- 2) 線状体がロータ壁面に接触する時には線状体の後端が最初に接触し, そして徐々に前傾しながらロータ集束面上に横たわる。
- 3) 塩見らの回転気流中における線状体の運動に関する理論を基礎として導いた運動方程式をロータ内における線状体の運動に適用して数値計算した結果, 多くの仮定を用いているにもかかわらず実験結果とかなり良く一致する。

参考文献

- 1) 堀川, 矢井田, 三村, 浜田; 繊維論文集, **31**, T67 (1978)
- 2) 堀川, 矢井田, 新居田; 繊維論文集, **33**, T78 (1980)
- 3) E. Kirshner; Melliand Textilber., **51**, p.21 (1970)

- 4) 塩見, 松本, 宇野; 繊維論文集, **35**, T135 (1982)
- 5) L. H. Bangert, P. M. Sagdeo; Text. Res. J., **47**, P 773 (1977)
- 6) J. Ripka; Conference on Open End Spinning, Prague (1969)
- 7) Lange; Textil. Tech., **25**, p.285 (1975)
- 8) 塩見, 木瀬, 宇野; 繊維論文集, **35**, T105 (1982)
- 9) 堀川, 千葉, 飯塚, 柴田; 繊維学会第25回年次大会講演論文集, p.1 (昭47)
- 10) 堀川, 千葉, 西谷, 上島; 繊維論文集, **33**, T118 (1980)
- 11) 堀川, 矢井田, 植野; 繊維学会第33回年次講演論文集, p.21 (昭55)
- 12) 堀川, 矢井田, 三島; 繊維学会第34回年次講演論文集, p.41 (昭56)

(昭和57年10月9日受理)

サフイックス

繊維の試験長について

繊維の試験は普通長さ方向における性能を試験される場合が多く、一定長の試料を2つのチャックの間に はさんで張力を与えた場合の挙動が測定される。

試験は一般に張力とそれに対応する伸びの関係をもって表現されている。張力と伸びの関係は普通直角座標における荷重—伸長曲線から解析されたものから表示される。

荷重—伸長曲線は一般に原点からの当初の立上りの傾斜からヤング率が、荷重—伸長曲線の囲む面積から仕事量が計算され、また切断時点の荷重、伸長からそれぞれ強度、伸度が計算される。試験長は普通 10 cm から 50 cm が多く、単繊維においては 20 mm が普通である。

繊維が長さ方向において完全に均一なものとなれば、その性能は試験長には関係ないが、現実には多くの不均一性すなわち太さ、断面形状、配向性、結晶性、ボイド、きれつ その他の夾雑物など細かくみればはなはだ不均一のもので、それらの存在の程度は長さの増大とともに増加する。逆に長さが短くなればこれら不均一性の程度は減少し、その限界においては完全な欠陥のない構造を持った繊維となる。

繊維の長さ方向における強さは、その試験長のなかに存在する最も弱い部分の優先的切断によって表わされることから、弱点の存在確率によって支配されることになる。弱点の存在確率の減少するに従って強度は増加するから、その限界において真の強さを表わすことになる。このことは強さは一般に試験長によって支配される結果となり、強さを比較する場合には同じ試験長における値でなくては合理的でない。理論的には弱点のない限界長の強さで比較すべきであるが、逆に弱点の分布している繊維の強さはある有限長で比較する方が実際問題としては、むしろ合理的であるといえる。

伸びについても試験長の全長にわたって均斉であれば、そのまま各部分とも最大限まで伸びるが、不均斉な場合には多く伸びる部分と十分伸びきれない部分が混在し、それだけ伸びは少なく測定される結果となる。真の伸びは全試験長が完全に伸びきったことによって表わされるが、現実には部分的むら のため伸びきれないままで、他の部分の切断によって真の伸びより小さい伸びとして測定される結果となる。

ヤング率は荷重—伸長曲線の原点からの立上りの傾斜（ある範囲は一般に直線とみなされている）から計算されるが、この傾斜は長さ方向における不均斉からくる伸びやすい部分の存在確率によって支配される。

この場合においても試験長の短くなることは不均斉の程度が少なくなることによってヤング率は大きく表現されることになり、不均斉の存在しない限界の長さにおける立上りの傾斜から真のヤング率が計算されるべきである。

しかし、ここにおいて問題となることは試験長が極端に短くなれば、現実の実験結果では逆にヤング率は減少する結果が得られている。これは普通両チャック間の見掛けの距離をもって試験長として計算されるが、現実にはわずかなではあるが、繊維の伸びはチャックのなかまで食込んでおり、見掛けの試験長よりそれだけ長いことになる。その誤差はチャックの間の距離が短くなるほど大きく表われ、極端な場合チャック間の距離を 0 に調整しても現実には測定し得られる伸びが記録され、この場合の伸度は無限大と表現されることとなり、一方、ヤング率は 0 と計算される結果となるから、試験長の特に短い場合には注意しなければならない。

(F)