技術解説

繊維の空気 に対する性質*

会 員 鈴 木 恵**
" 小 林 陽**

1. ま え が き

繊維製品を製造する際に、紡績という作業のコストは最も高くつくので、この紡績方法を改めることは経済的に大きな貢献をするが、実際面では非常に困難である。しかし最近の労働力の不足、東南アジアの繊維産業の興隆などをみると、このまま従来の紡績方式に安閑とあぐらをかいていてよいかどうか疑問である。繊維産業界ではこれらの難問題に早くから手をつけ、連続自動紡績方式で解決しようとした。この方式は繊維を混打綿機から梳綿機に運搬するときに空気輸送が使われている。また最近“オープン エンド スピニング”（空気精紡機）といわれる新しい紡績法が盛んに研究されはじめ、工程の短縮を行ない、労働力をカバーし、かつ自動制御化しやすい方法として脚光をあびてきた。この新しい紡績方法には、機械的方法によるもの、電気的方法によるもの、流体による方法などがあるが、われわれは数年前から流体による紡績方法を研究してきたので、その根本概念である繊維集団の空気に対する性質を述べよう。

2. 繊維塊の自由落下の浮遊速度と 空気抵抗係数

いま質量 $m(g \cdot \text{sec}^2/\text{cm})$ 、真重量 $G(g)$ 、見かけの重

* Aerodynamical Properties of Fiber Assemblies.

** M. Suzuki and A. Kobayashi, Members. 京都工芸繊維大学繊維学部

量 $G'(g)$ の繊維塊が空気中を $v(\text{cm/sec})$ で自由落下するとき、その空気抵抗力 $F(g)$ と空気の浮力を考えに入れた重力の加速度 g' から求められる力とのつりあいを考えると次式が導かれる。

$$m \cdot d^2 Z / d t^2 = m \cdot d v / d t = m g' - F \quad \dots\dots (1)$$

$$g' = (\rho_f - \rho) g / \rho_f \quad \dots\dots (2)$$

$$F = C \rho l^2 v^2 \quad \dots\dots (3)$$

ただし $g(\text{cm/sec}^2)$ は重力の加速度、 $\rho_f, \rho(g \cdot \text{sec}^2/\text{cm}^4)$ は繊維塊および空気の密度、 $Z(\text{cm})$ は落下距離、 $l(\text{cm})$ は繊維塊の代表寸法、 C は繊維塊の空気抵抗係数である。さて時間の経過とともに落下速度は増大し、したがって空気抵抗力もその速度の自乗に比例して増し、ついには繊維塊の重量とつりあうことになる。それゆえこのときの速度（自由落下の浮遊速度）を v_s とすると

$$G' = m g' = F = C \rho l^2 v_s^2 \quad \dots\dots (4)$$

となる。無風状態の室内で高さ 5 m のところから繊維塊を落下させ、その上下の部分 50 cm ずつを除き 4 m の間の所要時間を測定し、繊維塊が自由落下するときの落下速度を求め第 1 図に示した。

●は 50 個の平均値、上限下限はばらつきを示す
(第 1 図) 繊維塊の重量と落下速度の関係

また繊維塊が管路で空気輸送される場合、管内を流れる空気の比重量 γ 、動粘性係数を ν 、繊維塊に対する空気の相対速度 $u-v=v'$ とおき繊維塊のまわりのレイノルズ数を Re で表わせば、 $Re=v' l/\nu$ である。このとき繊維塊に働く空気抵抗力 F は

$$F = C l^2 \frac{\gamma}{g} v'^2 \quad \dots\dots\dots (5)$$

である。このレイノルズ数と空気抵抗係数との間には

$$C = \alpha / R_e^k \quad \dots\dots\dots (6)$$

の関係がある。ここに α と k は繊維塊によって決まる定数である。一般に球のときは $R_e < 1$ のとき $k = 1$ 、したがって $C = \alpha / R_e$ であり、また $R_e > 10^3$ のとき $k = 0$ 、したがって $C = \alpha$ となる。²⁾

3. 管内を空気輸送される繊維塊の速度

3.1 管壁の摩擦力

いま繊維塊直径に比べやや細い内径 D の管路を空気輸送される場合、管路の単位体積中に含まれる繊維塊の重量を γds とすると、管路の長さ ds 部分に含まれる繊維塊の見かけの重量 G' は

$$G' = \frac{\pi}{4} D^2 ds \gamma ds \quad \dots\dots\dots (7)$$

とおける。この繊維塊の流れにより付加される空気の圧力損失を長さ ds なる管路に対し $d p_s$ とすると

$$d p_s = \lambda_s \frac{ds}{D} \frac{\gamma ds v^2}{2g} \quad \dots\dots\dots (8)$$

と表わされる。ここに λ_s は繊維塊の一種の管摩擦係数で、管壁に対する繊維塊の摺動または衝突による摩擦の平均値的なものと、繊維塊を構成する繊維の姿勢の変化などに基づく広義の摩擦係数である。このように繊維塊の流れにより付加される管壁の摩擦応力を τ_s とすれば、長さ ds なる管壁に作用する空気の剪断応力に基づく力と圧力損失に基づく力とは、定常の運動状態では等しいはずであるから繊維塊に作用する管路の摩擦力を $d W_R$ とすると

$$d W_R = \pi D ds \tau_s = \frac{\pi}{4} D^2 ds d p_s \quad \dots\dots\dots (9)$$

したがって (8) 式および (7) 式を代入すると

$$d W_R = \tau_s \pi D ds = \lambda_s \frac{G'}{D} \frac{v^2}{2g} \quad \dots\dots\dots (10)$$

となる。

3.2 空気抵抗

繊維塊が自由落下のときの空気抵抗係数を C_s のように添字 s をつけるとき、レイノルズ数も R_{es} となり

$$\frac{\alpha}{R_{es}^k} l^2 \frac{\gamma}{g} v_s'^2 = G' \quad \dots\dots\dots (11)$$

管路を定常状態で空気輸送されるとき、繊維塊に働く空気抵抗力は (5)、(6) 式より

$$\frac{\alpha}{R_e^k} l^2 \frac{\gamma}{g} v'^2$$

であり、これに (11) 式を代入する。しかるとき $(R_{es}/R_e)^k = (v_s/v')^k$ であるから、繊維塊に働く空気抵抗力を $d W_L$ とすると

$$d W_L = \left(\frac{v'}{v_s} \right)^{2-k} G' \quad \dots\dots\dots (12)$$

となる。われわれの実験において空気流のみの場合のレイノルズ数 (R'_e) は第 1 表から $R'_e > 2300$ となり、空気流は乱流である。また繊維塊が管内を空気輸送されるとき¹⁾のレイノルズ数 ($R_e = v'l/\nu$) は $R_e > 10^3$ となるから樋口により $k = 0$ なることが知られている。

$$d W_L = \left(\frac{v'}{v_s} \right)^2 G' \quad \dots\dots\dots (13)$$

である。

(第 1 表) 空気流の Reynolds 数の計算値

$$R'_e = \frac{u D}{\nu}, \quad D = \text{管の直径 (または角形管の一边の長さ)}$$

$$\nu = 1.512 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{sec} \quad (20^\circ \text{C の空気})$$

種 類	u (m/sec)	R'_e
塩化 ビニル管 (管の直径 0.024 m)	36.2	5.75×10^4
	33.4	5.32
	29.9	4.76
	25.7	4.08
	22.7	3.61
	18.0	2.86
ブリキ管 (管の1辺 の長さ 0.21 m)	12.3	1.96
	26.7	3.79×10^4
	24.3	3.45
	21.9	3.11
	19.9	2.83
	17.1	2.43
	13.5	1.92
	10.5	1.49

3.3 重力に起因する力

重さ G' の繊維塊に対し、重力に起因して流れと逆方向に作用する力を $d W_G$ とすると $d W_G$ は G' に比例する。すなわち比例定数を f とすると

$$d W_G = f G' \quad \dots\dots\dots (14)$$

ここに垂直管においては $f = 1$ 、水平管においては $f = 0$ と考えられている。

したがって G' なる重量の繊維塊に対する運動方程式はつぎのようになる。

$$d W_L - d W_G - d W_R = \frac{G'}{g} \frac{dv}{dt} \quad \dots\dots\dots (15)$$

これに (10), (13) および (14) 式を代入し, 整理すると浮遊速度 v_s の繊維塊の運動方程式はつぎのようになる. ただし $v dv/ds = dv/dt$ である.

$$g \left(\frac{u-v}{v_s} \right)^2 - g f - \frac{\lambda_s}{D} \frac{v_s^2}{2} = v \frac{dv}{ds} \quad \dots\dots\dots (16)$$

まず水平流の場合, (16) 式において $f=0$ とおき両辺に $(uv)^{-1}$ を乗じて無次元化すると,

$$\frac{d(v/u)}{d(g s/v_s^2)} = \frac{(1-v/u)^2}{v/u} - \frac{\lambda_s}{2} \frac{v_s^2}{g D} \frac{v}{u} \quad \dots\dots\dots (17)$$

いま

$$v/u = \phi \text{ (無次元変数)}, \quad \frac{\lambda_s}{2} \frac{v_s^2}{g D} = A \text{ (無次元定数)} \quad \dots\dots\dots (18)$$

とおき, $s=0$ のとき $\phi=0$, $s=s$ のとき $\phi=\phi$ として積分すると

$$\frac{g s}{v_s^2} = \frac{\log_e \left\{ 1 - (1 + \sqrt{A}) \frac{v}{u} \right\}}{2 \sqrt{A} (1 - \sqrt{A})} - \frac{\log_e \left\{ 1 - (1 + \sqrt{A}) \frac{v}{u} \right\}}{2 \sqrt{A} (1 + \sqrt{A})} \quad \dots\dots\dots (19)$$

また垂直流の場合, (16) 式において $f=1$ とおき無次元化すると

$$\frac{d(v/u)}{d(g s/v_s^2)} = \frac{\{1 - (v/u)\}^2}{(v/u)} - \frac{\lambda'_s}{2} \frac{v_s^2}{g D} \frac{v}{u} \pm \left(\frac{v_s}{u} \right)^2 \frac{1}{(v/u)} \quad \dots\dots\dots (20)$$

となる. 右辺の第 3 項の $-$ は上昇, $+$ は下降の場合を示す. なお第 2 項の繊維塊による管摩擦係数 λ'_s は水平流における λ_s とおのずから異なるので記号に $'$ を付したものである.

$$v/u = \phi, \quad \frac{\lambda'_s}{2} \frac{v_s^2}{g D} = A', \quad v_s/u = c \quad \dots\dots\dots (21)$$

とおき, 上昇流の場合につき積分すると

$$\frac{g s}{v_s^2} = \frac{1}{2(1-A')} \left\{ \log_e \left[1 - 2\phi - \frac{(1-A')\phi^2}{1-c^2} \right] + \sqrt{1 - (1-A')(1-c^2)} \right. \\ \left. \log_e \left[\frac{\phi - \phi \sqrt{1 - (1-A')(1-c^2)} - (1-c^2)}{\phi + \phi \sqrt{1 - (1-A')(1-c^2)} - (1-c^2)} \right] \right\} \quad \dots\dots\dots (22)$$

となる.

つぎに繊維塊の速度 v が一定になった場合, $dv/ds=0$ であるから水平流に対しては (20) 式の左辺は 0 とな

り, そのときの v/u は最大値で, その値を $(v/u)_m$ と書けば, 定速区間に対しては次式が成立する.

$$\left[1 - \left(\frac{v}{u} \right)_m \right]^2 - \frac{\lambda_s}{2} \frac{v_s^2}{g D} \left(\frac{v}{u} \right)_m^2 = 0 \quad \dots\dots\dots (23)$$

垂直流に対しては

$$\left[1 - \left(\frac{v}{u} \right)_m \right]^2 - \frac{\lambda'_s}{2} \frac{v_s^2}{g D} \left(\frac{v}{u} \right)_m^2 - \left(\frac{v_s}{u} \right)^2 = 0 \quad \dots\dots\dots (24)$$

また管摩擦係数については, 水平流, 垂直流に対して (23), (24) 式より

$$\lambda_s = \frac{2 \left[1 - \left(\frac{v}{u} \right)_m \right]^2}{\frac{v_s^2}{g D} \left(\frac{v}{u} \right)_m^2} \quad \dots\dots\dots (25)$$

および

$$\lambda'_s = \frac{2 \left[1 - \left(\frac{v}{u} \right)_m \right]^2 - \left(\frac{v_s}{u} \right)^2}{\frac{v_s^2}{g D} \left(\frac{v}{u} \right)_m^2} \quad \dots\dots\dots (26)$$

がそれぞれ求められる.

4. ベント部の繊維塊の速度⁵⁾

ベント部の垂直管に接続する部分から角 θ にある繊維塊に作用する力は, 重力の分力に基づく力 $(-G' \cos \theta)$, 重力の摩擦成分 $(\mu G' \sin \theta)$ と繊維塊に働く遠心力の摩擦成分 $\left\{ \mu \frac{G'}{g} \left(\frac{v^2}{R} \right) \right\}$ である. ここに μ は繊維塊と管壁との摩擦係数, v は角 θ にある繊維塊の速度, G' は繊維塊の重量, R はベント部の曲率半径である. したがってベント部を空気に輸送される繊維塊の運動方程式は

$$\frac{G'}{g} \frac{dv}{dt} = -G' \cos \theta - \mu \frac{G'}{g} \left\{ \frac{v^2}{R} - g \sin \theta \right\} \quad \dots\dots\dots (27)$$

上式で絶対値が 0 となる上昇流での繊維塊の最大速度は約 6 m/sec である. しかしここで述べる実験範囲では, 繊維塊の最小速度は約 10 m/sec であるから絶対値の中は正である. そこで $dv/dt = (v/R)(dv/d\theta)$ を代入して積分すると

$$v = e^{-\mu \theta} \left\{ v_r^2 + \frac{2 R g}{1 + 4 \mu^2} \left[3 \mu - e^{2 \mu \theta} \left\{ (1 - 2 \mu^2) \sin \theta + 3 \mu \cos \theta \right\} \right] \right\}^{1/2} \quad \dots\dots\dots (28)$$

ここに v_r は繊維塊のベント部入口の速度である.

5. 管内の繊維塊と空気流の速度の測定法⁶⁾

第 2 図のように管の一端に取り付けた工業用掃除機で

(第2図) 水平管の場合の塩化ビニル管と
ガラス管の比較のための実験装置

(a) 測定位置

コレクター側に電源の(+)側を接続する

(b) フォトトランジスター外形図

(c) 測定回路図

(第4図) 繊維塊の速度測定装置

(第5図) シンクロ スコープ上に現われた
波形図

したがって

$$l_1 = a v t, \quad l_2 = b v t$$

また繊維塊が空気流によって引き伸ばされる割合, すなわちドラフト比は挿入前の繊維塊の大きさを $l_0(m)$ とすると

$$l_1/l_0, \quad l_2/l_0$$

となる。

つぎに風速の測定に対しては繊維塊の速度を測定する位置に直径 2 mm の孔をあけ, 熱線風速計 (芝浦電子製の) の感知部を管壁に対して直角に挿入し, 管の中心部のところに感知部の先端がくるようにして風速を求め第2表に示した。

空気を吸引して, 挿入口から繊維塊を1個ずつ挿入し各測定部での値を求めた。その際掃除機に取り付けたスライダックにより, 注射針で作った第3図のごときマノメーターの水柱が 15, 40, 90 mm となるように管内の風速を調節した。実験試料は綿 40 s 用の粗糸を手でほぐし, 繊維塊の重量を 80, 60, 40 mg とし, 1 実験 10 回測定した。測定法は第4図 (c) のような回路で, 各測定部のところに第4図 (a) のようにフォトトランジスター, ニッケル球を取り付けて, 繊維塊の通過を感知させ 2 現象シンクロ スコープに現われた波形を写真撮影した。ここで繊維塊を管内に入れると風速の分布により中心部が最高値となり, 繊維塊も中心部で一番伸ばされるのを観察したからフォトトランジスターとニッケル球を管の中心線上の管壁に取り付けた。第5図のように撮影した写真から, 繊維塊の速度を $v(m/sec)$, 測定部の距離を $L(m)$, シンクロスコープに現われた波形間の距離を $x(m)$, それぞれの波形の長さを $a, b(m)$, 測定部を通過する実際の繊維塊の大きさを $l_1, l_2(m)$, シンクロスコープの掃引速度を $t(m/sec)$ とすると

$$v = \frac{L}{x t}$$

(第3図) マノメーター取り付けの概略図

(第2表) 水平部, 垂直部, およびベント部での
各測定部における管内の風速 (m)

	測定間隔 マノメータ ーの水柱	測定間隔		
		a b	a c	a d
水 平 部	20 cm		50 cm	80 cm
	90 mm	39	38	39
	40 mm	25.5	26	26
	15 mm	15.5	16.5	16.5
垂 直 部	20 cm	a' b'	a' c'	a' d'
	90 mm	46	46	46
	40 mm	30	30	30
	15 mm	18	18	18

	曲率半径 (R cm)	マノメータ ーの水柱 (M mm)	測定角度				
			0°	30°	45°	60°	90°
ベ ン ト 部	20	90	42	39	45	36	40
		40	30	28.5	28	25	30
		15	17.5	16.0	16	14.5	15.5
	30	90	56.0	50.0	42.7	42.0	40.3
		40	36.0	32.3	27.4	27.0	27.0
		15	21.1	19.3	16.4	15.9	16.5
	40	90	55.0	34.9	34.0	38.4	38.0
		40	34.6	24.9	23.8	31.0	27.5
		15	26.1	15.8	15.4	15.8	18.2
	50	90	42.0	36.5	42.0	35.9	36.5
		40	29.2	25.5	28.5	24.0	25.5
		15	18.7	16.2	17.5	15.2	16.7
	60	90	39.6	38.3	39.3	42.2	37.6
		40	27.9	25.2	26.4	28.2	26.1
		15	18.2	15.5	16.2	17.2	17.3

6. 繊維集団の速度の測定

6.1 水平流のときの塩化ビニル管とブリキ管の比較⁷⁾

第2図において繊維塊挿入後の助走区間を 135 cm にとり, その点を a_0 としそこから 20 cm の区間 $a_0 b_0$ で測定した. 使用した管の断面を第6図に示す.

管内の風速に対する繊維塊の速度比は第7図のように塩化ビニル管では 0.6~0.8, ブリキ管では 0.4~0.7 と

(第6図) 輸送管の断面図

(第7図) 管内の風速 (u) と繊維塊の
速度比 (v/u) との関係

なり, 相対的にブリキ管のほうが繊維塊の速度比は小さい傾向がある. 管摩擦係数 λ_s を求めると第8図のようになり, ブリキ管のほうが大きい. つぎにドラフト比を比較してみると第9図のようになる. このドラフト比は繊維塊を挿入する前の大きさ l_0 に対する測定部での大きさ l_2 の割合 (l_2/l_0) を示している. ドラフト比はブリキ管の場合 1.0 前後の値となり, あまり変化がないのに対し塩化ビニル管は 1.0~2.3 と大きくなっている. ブリキ管のほうは摩擦係数が大きいために管壁との衝突や摺動によって繊維塊はドラフトされにくいと思われる.

(a) 管繊維塊の重量 40 mg

第10図のような実験装置を組み立てた。水平部、垂直部の実験はベント部の曲率半径が20 cmの場合に行ない、水平部についてはベント部を終えた点(a)を基点とし、 $ab(20\text{ cm})$, $ac(50\text{ cm})$, $ad(80\text{ cm})$ そして垂直部については助走区間を150 cmにとり、そこを基点(a')とし $a'b'(20\text{ cm})$, $a'c'(50\text{ cm})$, $a'd'(80\text{ cm})$ において測定した。曲がり管については(a)を基点としてベント部の曲率半径を20, 30, ...60 cmと変えた場合に、それぞれについて角度 0° , 30° , 45° , 60° , 90° の各部分で測定した。

a. 水平部について

第11図は繊維塊速度の平均値を図示したものであるが、本実験での重量範囲では繊維塊の速度はほとんど重量による影響はないようである。繊維塊の速度は管内の風速が遅い場合減少することもあるが、測定距離が大きくなるにつれ増加する傾向にある。これはベント部にお

(第11図) 水平部における繊維塊の速度

いて繊維塊の速度が減速されているため、この距離においては繊維塊がまだ助走距離の範囲にあるのではないかと思います。それで測定距離をもっと大きくすれば繊維塊の速度は一樣になってくると予想される。各測定部における風速と繊維塊の速度比を求めると第12図のようになり、速度比は $0.55 \sim 0.70$ で、管内の風速が速いほど小さくなる。この傾向は第13図において管内の風速が速いほど管摩擦係数の値が大きくなることをみてもよくわか

る。管摩擦係数の値は $0.05 \sim 0.25$ の間にあり、測定距離が大なるにつれ減少する傾向がある。繊維塊の大きさは第14図のように測定距離が大きくなるにつれ幾分縮められる。繊維塊のドラフト比は $1.3 \sim 2.9$ となり、垂直部に比べ少し小さい。また管内の風速が速いほど、風速

実験値	○	マンネーターの水柱	90 mm
	●	"	40 mm
	○	"	15 mm

(第12図) 水平部における繊維塊の速度と風速との速度比

(第13図) 水平部における管摩擦係数

(第14図) 水平部における繊維塊のドラフト比

(第15図) 水平流における速度比と変位との関係

の影響が大きく、ドラフト比は大きな値を示す。(19)式において実験に使用した $A (= 0 \sim 0.4)$ をパラメーターとして、 v/u に対する $g \cdot s / v^2$ の値を計算すると第15図のようになる。

b. 垂直部について

垂直部での繊維塊の速度は一応助走距離を終えたと考えられる部分で測定しているため、第16図のように速度の変化は少ない。管内の風速と繊維塊上の速度比を示すと第17図のようになる。垂直部での速度比の値は0.5～0.8の間で、風速の遅い場合は挿入口から160cmから190cmにかけて減少しているが、それ以上の測定部

ではほとんど一定の値を示す。そして水平部と同じく管内の風速が速いほど、速度比は小さい。管摩擦係数の値は第18図のように0.02～0.19とかなりの変動があるが、速度比とは逆に管内の風速が速いほど大きい値となる。また水平部の管摩擦係数と比べれば少し小さい。

各測定部でのドラフト比の値は第19図のようになり、

(第16図) 垂直部における繊維塊の速度

(第17図) 垂直部における繊維塊の速度と風速との速度比

(第18図) 垂直部における摩擦係数

(第19部) 垂直部における繊維塊のドラフト比

1.4~3.7 の大きくなる。そして管内の風速が速いほど、ドラフト比の値も大きくなる。水平部と同様 (22) 式において実験に使用した $A' (= 0 \sim 0.44)$, $c = 0.028$ をパラメーターとして v/u に対する $g s/v_s^2$ の値を計算して第20図に示す。

(第20図) 垂直上昇流における速度比と変位との関係

c. ベント部について

(28) 式に実験値を代入して近似計算により求めた摩擦係数 μ からの速度の理論曲線と実験により求めた速度を比較すると第21図のようになる。測定角が $45^\circ \sim 60^\circ$ までかなりよく理論値と実験値とが合うが、測定角が大きくなると実験値のほうが大きな値となる。これはこの実験が空気を吸引するものであるため、測定角度が大きい部分では繊維塊が管内の風速によって加速を受けるためと思われる。第22図はベント部における風速と繊維塊との速度比を示したものであるが、水平部、垂直部と同様、やはり管内の風速が速いほど速度比は小さい。曲率半径の違いによる速度比を比べると、速度比の最小点はベント部の曲率半径が大きくなれば、角度の大きいほうへ移動するようである。またベント部入口部分および出口部分の速度比は水平部および垂直部の値と同じく

(a) ベント部の曲率半径 20 cm

(第22図) ベント部における繊維塊の速度と風速との速度比

(第21図) ベント部における繊維塊の理論速度と実験値との比較、実線は理論速度
(矢印の実験値は理論曲線に対応)

(第23図) ベント部の曲率半径と摩擦係数の関係

いであるが、ベント部分においてはそれらの値よりも小さい値を示す。これらの摩擦係数の値を各曲率半径について図示すると第23図のようになる。ベント部の曲率半径を大きくすれば、本実験の範囲では反比例して小さくなる。また管内の風速が速くなれば水平部、垂直部と同様摩擦係数の値は大きくなる。ベント部の遠心力の影響によって繊維塊の大きさは第24図のようにベント入口部分においては1.5~3.0倍にドラフトされたものが、角度が30°~60°の間のところでは管壁との衝突や捫動などにより圧縮され、ベント出口部分においてはベント入口部分より繊維塊は小さくなり、ドラフト比は1.3~2.2となる。

(第 24 図) ペント部における繊維塊のドラフト比 (l_2/l_0)

6.3 連続粗糸供給の場合¹⁰⁾

第 25 図は試作した空気紡績機で、送り出しローラーによって連続粗糸が送風機の中に送り込まれ、粗糸はファンの回転により小さく切断され、パイプを通過し連続

(第 25 図) 試作した空気紡績機のヘッドと開繊状態を調べた測定部

的に紡出器に送り込まれる。それでパイプ中を空気輸送される切断粗糸の開繊状態を調べた。ファンは平板の 4 枚羽根からできており、羽根には厚さ 1 mm、幅 10 mm のテフロン板を接着して粗糸の開繊をよくしている。第 26 図はその輸送状態をシンクロ スコープによって調べた写真である。これから開繊状態がよくわかり、輸送中のむらは回転数が多くなるにつれて少なくなっている。

(a) はファン回転数 3 300 rpm、繊維塊の最も大きいものの長さ約 2.7 cm、(b) は 5 100 rpm、その長さ約 2.7 cm、(c) は 7 800 rpm、その長さ約 2.5 cm となっている。

(a) ファン 3 300 rpm
Sweep time 10 msec/cm

(b) ファン 5 100 rpm
Sweep time 10 msec/cm

(c) ファン 7 800 rpm
Sweep time 10 msec/cm

(第 26 図) 試作した送風機での開繊状態

比較のため、鋳鉄製先端丸型の 5 枚羽根でテフロン板を接着していない市販の送風機を第 10 図の装置 (曲率半径 20 cm) に付け、第 27 図のような供給装置により連

(第27図) 連続粗糸の供給装置図

続粗糸を送り込んだ場合の輸送状態を、ファン回転数 1 000, 1 500, …… 2 500 rpm (粗糸の供給速度 30 m/min) について調べ、第 28 図に示した。第 28 図は第 26 図より開織状態が悪く、繊維塊の最も大きいものの長さは約 3 ~ 4 cm で、その間にそれより小さい繊維塊が輸送

(d) ファン 2 500 rpm
Sweep time 5 msec/cm

(第 28 図) 市販の送風機での開織状態

されていることが観測された。これから試作した空気精紡機の送風機のほうが市販の送風機より開織状態がよいことがわかる。このように開織状態をよくするためファンにプラスチックをつけるころみは鐘紡でも行なわれている。¹¹⁾

7. あとがき

激化する国際競争を乗り越えるため繊維業界では空気精紡機開発に懸命である。昭和 42 年 8 月になり、豊田自動織機、豊和工業と東レがそれぞれ市販すると新聞紙上ににぎわしている。また東洋紡績、鐘紡、近江絹絲なども研究を進めており、海外でも、イギリス、アメリカ、チェコなども開発を進めている。この報告は空気精紡機に使用されている繊維集団の空気輸送についての研究をまとめたものであるが、この原稿を書くに当たり多くの問題点にぶつかった。幸いこれらの問題に対し、本学会でも繊維の空気に対する性質調査委員会が発足し、調査活動がはじまったことは業界に対しても喜ばしいことである。本実験に当たり、近江絹絲紡績株式会社から多大のご援助を頂いたことに対し紙上から厚くお礼申し上げる。

文 献

- 1) 樋口健治; 織機誌, 11, 452 (1958)
- 2) 池森亀鶴; 化学工学, 29, 719 (1965)
- 3) 神元五郎; 水力学 1, p. 123 共立出版 (1957)
- 4) 池森亀鶴; 機械誌, 62, 89 (1959)
- 5) 上滝具貞, 他; 粉粒体の空気輸送, p. 51 日刊工業新聞社 (1962)
- 6) 鈴木恵; 繊維工学, 18, p. 709 (1965)
- 7) 鈴木恵, 他; 年 15 回高分子学会前刷 p. 281 (1966) 繊維機械学会論文集投稿中
- 8) 鈴木恵, 他; 第 4 回繊維連合研究発表会前刷 p. 82 (1966), 繊維機械学会論文集投稿中
- 9) 鈴木恵, 小林陽; 第 20 回繊維機械学会前刷 p. 30 (1967), 繊維機械学会論文集投稿中
- 10) 鈴木恵, 小林陽; 新しい紡績法に関する講演会テキスト p. 1~10 (1967)
- 11) 鐘淵紡績株式会社; 実公 昭 39-35 903

(a) ファン 1 000 rpm
Sweep time 5 msec/cm (b) ファン 1 500 rpm
Sweep time 5 msec/cm (c) ファン 2 000 rpm
Sweep time 5 msec/cm