水平吹き飛ばし法による繊度分布の測定*

(第3報) 測定装置と測定結果

(昭和40年3月29日受理) 会 員 宇 野 稔**
 " 塩 見 昭
 " 柳 川 良 樹

要 要

目 的

水平吹き飛ばし法により繊維の繊度およびその分布を測定する装置を試作し、これを用いて繊度測定を行ない、理論との比較を行なう。

成 果

- (1) 試作した繊度むら測定装置は、原綿の種類や繊維長に無関係に1つ1つの重量繊度を測定することができる。
- (2) 装置固有の修正係数を用いれば、実験値と理論値とはよく一致する。
- (3) 本装置の精度は、マイクロネア繊度4以下の細い繊維については ± 0.1 程度であるが、それより太いものではいくぶん低下する。

1. 緒 言

^{1,2)} 前報で述べた予備実験と理論に基づき、水平気流中に1本ずつばらばらにした繊維を自由落下させ、その水平移動距離より繊度およびその分布を測定する装置を試作した。またこれによりいくつかの試料について繊度測定を行ない、理論との比較を行なった。

2. 繊度むら測定装置

(i) 構 造

試作した繊度むら測定装置は第1図に示すように、3

部よりなる。原綿は開繊装置Aより1本ずつばらばらにされ、導管Bをへて測定室C内に落下し、水平気流にのって自由落下しながら測定室の底板7上に堆積する。つぎにそのおのおのについて説明する。

a) 開 繊 装 置

開繊装置Aは直径30 cm、幅40 cmの3個のシリンダを図のように120°の開き角度で配置したもので、第2図にその外観を示す。シリンダIに綿紡ドッファ用メタリックが、シリンダII、IIIには綿紡シリンダ用メタリック(いずれもポイント数は同じ、508/in²)が巻きつけてある。各シリンダの回転比は1:3:9で、ベルトおよび歯車により矢印の方向に回転する。

原綿はプレート1上へ供給され、ピッチ6 mm、幅3 mm、深さ2 mmの溝付きフィードローラ2によりシリンダIに送られる。フィードローラ2とシリンダIとの表面速度比は1:1130である。原綿はシリンダIで矢印方向にくしけずられ、シリンダIIおよびIIIで単繊維に分離され、シリンダIIIの速

(第1図) 繊度むら測定装置

* Measurement of Fiber Fineness by Horizontal Air-Flow. Part 3: Measuring Apparatus and Results of Measurements.

** M. Uno, A. Shiomu and Y. Yanagawa, Members. 京都工芸繊維大学工芸学部

(第2図) 開 織 部 外 観

心力により導管B中に吹き飛ばされる。

なお各シリンダ周囲には図のようなゲージ G でカバー 4 が取り付けられている。ほかにじん埃を払い落とす目的で、プレート 1 の下部に 0.4~0.8 mm ゲージのモート ナイフ 3 が1本ある。その綿作用を向上させるため、シリンダ I の下部カバーにサンド ペーパー 5 を張りつけ、シリンダ II の上部カバーにトップ 6 (120 番 V I R 5 P L Y) 2 本を針の曲げ方向が向かい合うように取り付けた。

シリンダ III を 1 600 rpm で回転したとき、100 g の原綿を 15~20 min で処理できる。シリンダの回転が高速になるほど開織状態および能力は良くなるが、1 600 rpm 以上になると装置の不備のため振動がはげしくなり、繊維の損傷がふえた。

また吹き出し口にある空気補給口 10 (長さ 4 cm) は少ない吹き出し空気量を補うもので、シリンダ III により生ずる気流の減速と吹き出し口内の渦流を防止するためのものである。

b) 導管および測定室

開織装置 A により 1 本ずつばらばらにされた繊維は、前述のように導管 B を通って測定室 C に入る。測定室はベニヤ板製の高さ 1 m、幅 50 cm、長さ 4.6 m の長方形の箱で、内部にはこの先端部にある排風機 (富士製 3 相、1/4 HP、3 600 rpm)

9 により常に一定の水平気流 (平均 0.3 m/sec) が流れている。繊維は自由落下しながら、この水平気流に乗って横移動し、底板 7 上の、各繊維の繊度に応じた位置に堆積する。

なおフライが排風機内に入るのを防ぐた

(第3図) 測 定 室 外 観

め、測定室出口にはサラン製網 8 があり、測定室側面には観測用小窓 a~f がある。第3図は前方より見た測定室外観である。

(ii) 各部の風速分布

本測定装置においては、気流の速度分布によって測定値が非常に影響をうける。(導管から測定室に入る気流の速度自身は直接影響を与えない。付録参照) また測定室内の水平気流はどこでも均一で、その強さは繊維がすべて測定室内で繊度別にわかれて、底板上に分布する程度が望ましい。

このため装置各部の風速分布をアネモスタ (日本科学工業製) で測定した。その結果を第4図に示す。図よりわかるように、吹き出し口付近では両端と上部が特に強くその最大風速は 2 m/sec もあるが、導管出口では 0.6 m/sec まで低下している。このような気流のため、導管直下から約 1 m 以内は水平気流にかなりの乱れが見られるが、他の部分ではほぼ均一で、平均 0.3 m/sec で

(第4図) 各 部 の 風 速 分 布

ある。したがって気流の不均一のため、導管直下付近ではかなり測定に誤差が出るものと思われる。

3. 織度分類実験

前述した装置により マイクロネア 織度 4.4, 3.45 の 2 種の新綿を別々に約 50 g 吹き飛ばし、底板上で気流方向にそって 20 cm 間隔で計量した重量分布曲線を第 5 図に示す。図中、斜線の部分はネップやカスも堆積し

ていることを示す。また 2 点鎖線 SS' は排風機前方に設けたサラン製網の位置を示し、その右方に重量曲線を延長して描いた点線は、この網に付着した繊維の量を示す。第 6 図はこの堆積した繊維をマイクロネアで測定した織度分布で、実線は後述する修正理論曲線である。装置に供給した試料は、マイクロネア織度では同じ読みもの 2 組であったが、本装置で測定すると、各組のなかにもこのようにいろいろの織度が入りまじっていること

が判り、非常に興味深い。

第 7 図は装置を改造後の吹き飛ばし実験結果である。平均織度 4.5 のカード上りスライパを試料に使用したため、同図 A に重量分布を示すように、ネップやカスの量は第 5 図に比し減少している。B は織度分布を示すもので、繊維がうまくばらばらになったので、前例のように導管直下近くで織度が低下する傾向はみられない。なお曲線は後述の修正理論曲線を示す。

(第8図) 改良後の導管

第 8 図は装置の改造要領を示したものである。導管の両側面と上部に傾斜したじゃま板 1, 1' を設け、開織装置の吹き出し口からの強い気流をさえぎり、同時にすき間から速度のおそい空気を流入させて、吹き出し部の平均風速の低下をはかった。

4. 理論式の修正

前報で繊維の水平移動距離 L を求めたが、これはまったく乱れのない理想的な水平気流中を 1 本ずつばらばらにされた繊維が水平姿勢で落下する場合である。実際は前項に述べたように、装置内かなりの気流の不均一さがみられ、また繊維も完全に 1 本ずつばらばらにされているとはいえない。したがって理論式を実際に適用する場合には、つぎのような修正を要する。

理論上の水平到達距離

$$L, \text{ cm} = 0.463 VHF^{-0.656} \dots\dots\dots (1)$$

修正した水平到達距離

$$L, \text{ cm} = \frac{0.463 VHF^{-0.656}}{a} - b \dots\dots (2)$$

ただし V : 水平気流の速度 cm/sec

H : 落下高 cm

F : 織度 $\mu\text{g/in}$

a : 主として開織のよさに関係する修正係数

b : 主として水平気流の乱れに関係する修正係数

第6図の実線は $a=0.83$, $b=473$ cmとおいたもので、よく実験値と一致している。また第7図の実線は $a=0.27$, $b=1690$ cmとおいたものである。このように、開織がよいほど1本ずつの繊維によく分離し、したがって遠くへとばされる可能性が増すので、 a は小さくなる。また第7図では水平気流の乱れを小さくしたため、繊維は静かに早く着陸するので、 b は大きくなる傾向がある。

なおここでは a , b についておのおの2種の値を述べた。しかし装置が定まり、試料が原綿かスライバかが決まれば、 a , b はこのように変化させる必要はなく、常に一定値を用いればよいことはもちろんである。この場合、測定値の誤差は

$$\delta L/L = \delta V/V + \delta H/H - 0.656 \delta F/F \dots\dots\dots (3)$$

1本の繊維については、右辺の第3項は考えなくともよいから、第1, 2項のみとなる。すなわち乱れが同じなら風速 V を大にし、高さ H を大きくすればよい。しかしこれらは理論式の示すように L を大にし、したがって測定室の長さを大にすることになる。測定上 L はある限度におさえる必要があるので、逆にできるだけ乱れの少ない水平気流が要求される。

5. 吟 味

(i) 測定精度

本装置で測定する場合、(a) 繊維の落下形態が違ふこと、(b) 導管の吹き出し口が水平気流方向にある大きさをもっているため、出発点が違ふこと、などにより繊維の同じ繊維でも必ずしも底板上の着陸位置が同じでなく、底板上ではいくぶん繊維の異なった繊維が入りまじることが推定される。しかし第6図にみられるように、導管直下より2 m 以上はなれたところでは、2組の測定した繊維度分布はほとんど重なり、0.1 程度の差しかなく、この部分ではかなり誤差の少ない繊維測定が可能なが判る。将来、開織装置を改良し、吹き出し口をせまくし、また乱れの少ない測定室を作ることができれば、もっと精度は向上できであろう。

(ii) 繊維度分布の形

第6図では導管直下に近くなると、2つの繊維度分布はその差が大きくなり、またどちらもほぼ水平となる傾向を示し、理論曲線とも大きくはずれている。これはつぎの理由によるものと思われる。

(c) 理論式より判るように、導管直下に近くなるほど、繊維の差に対する距離の差が小さくなる。しかも導管に近いところでは前述(a)の理由が大きくあらわれ、落下点の違いによる繊維度の差が現われにくい。

(d) 導管より吹き出す気流のため、測定室内の水平気流が乱れ、いくらかの繊維は自由落下せず、早く着陸する。

(e) 除去されなかったネップやカスの大部分が導管近くに堆積する。

以上のうち、(c)の原因は理論上無くすることはできないが、(d), (e)の影響は装置の改良により、たとえば第7図のように少なくすることができる。

(iii) 繊維の落下形態

繊維がはたして水平の状態では落下するかどうかを確かめるため、測定室の小窓(第1図のa, c, d, h)から飛行中の繊維を撮影した。結果の1例を第9図に示す。aでは導管からの気流の影響が強く、繊維はいろいろの方向を向いているが、導管から遠くなり、吹き出し気流の影響が少なくなるにしたがい、c, d, hの順で繊維が水平となって飛行する率が高くなるようである。綿繊維は真直ぐでないため、すべての部分が水平の姿勢をとるのはむずかしいが、逆に考えるとすべての部分が垂直で落下することはないといえる。したがって、空気抵抗係数は水平の状態よりいくらか低い値であろうが、そのば

(第9図) 繊維の落下形態

らつきは小さいように思われる。

(iv) 繊維長

理論的にも、また予備実験においても判ったように、繊維長の影響はないはずである。しかしこれを確かめるため、底板上で導管直下より 1 m と 2.5 m のところに堆積した繊維、およびサラン網に付着した繊維の繊維長をソータ法により測定し、そのステープルダイアグラムを第 10 図に示す。

(第 10 図) 落下距離による繊維長の違い

これより判るように 1 m のところに着陸した繊維の平均繊維長は 21.4 mm、2.5 m のところのは 21.0 mm で、底板上の位置の違いによる繊維長の差はほとんど見られない。しかしサラン網に付着した少量の繊維 (約 3 %) の繊維長はかなり小さい。これは (a) 測定室を長くしてもサラン網に付着する繊維の量はあまり変わらない、(b) その織度が非常に低い、ことなどからみて、繊維長が短いため遠くまで飛行したのではなく、織度も繊維長も小さい、いわゆるフライとみる方が妥当であろう。なおこのサラン網上の繊維は、水平気流の速度を低下させないよう、測定中ときどき取り除く必要がある。

(v) 開織状態

製作した開織装置は、その性能が不完全であった。このため不純物の少ない試料を用いたときの開織状態は良いが、不純物が多いとそれが導管から吹き出され、それに他の繊維が付着し、開織状態が悪くなる。なお不純物を完全に除去し、吹き出し口で完全に開織されているように装置を改良しても、導管や測定室内を飛行中に繊維

同志が接触すると、すぐにひっつき、からみ合い、小さい繊維塊となって落下する。このため給綿速度には限度があり処理時間のある値以下に短縮できない欠点がある。

5. 結 論

(i) 開織した繊維を水平気流中で自由落下させることにより、各繊維の織度を測定する装置を試作した。

(ii) 本装置は原綿の種類や繊維長に無関係に 1 つ 1 つの繊維の重量織度を測定することができる。

(iii) なお装置固有の修正係数を用いれば、実験値と理論式とはよく一致する。

(iv) 織度判定の精度はマイクロネア織度 4 以下の細い繊維については ± 0.1 程度であるが、それより太いものではいくぶん低下する。

(v) 試作した装置は開織部の性能がなお不充分であるが、その他に測定室をやや長くし、また開織部を高目に位置させなければならない欠点がある。これらは将来機会をみて改造したい。

終わりに本研究遂行にあたり、終始多大の御援助をいただいた日本綿業技術研究所および倉敷紡績株式会社をはじめ、実験に種々協力された大北智之、福田進一、岡田照常、亀山 巖、佐藤彰宏の各氏に対し厚く感謝の意を表する。

文 献

- 1) 宇野, 塩見, 柳川; 本誌 18, T591 (1965-9)
- 2) 宇野, 塩見, 柳川; 本誌 18, T596 (1965-9)

付 録

測定室の上部より無視できない大きさをもった気流が試料とともに垂直に吹きこむときの、水平気流による到達距離を考えてみる。

いま第 11 図において、平板 XX に垂直下方に高さ H のところで、速度 v の気流があるとする。これに近似的

(第 11 図) 垂直気流の状態

に体積不変の2次元ポテンシャル流が当てはまると考えると、任意の点 (x, y) における速度は

$$x = ax$$

$$y = -ay$$

で示される、今の場合、高さ H において

$$y = -v$$

であるから、常数 a が定まり

$$a = v/H$$

本実験のように、一定の水平気流の速さ V 、終末落下速度 y_m がこれに追加されるときは

$$x = \frac{v}{H}x + V \quad \dots\dots\dots(i)$$

$$y = -\frac{v}{H}y - y_m \quad \dots\dots\dots(ii)$$

よって繊維が高さ H を落下するに要する時間 T は(ii)式より

$$T = \int_H^0 dt = \int_H^0 \frac{-dy}{\frac{v}{H}y + y_m}$$

$$\therefore T = \frac{H}{v} \log \frac{v + y_m}{y_m} \quad \dots\dots\dots(iii)$$

同様に、この時間内に繊維が横移動する距離 L は(i)より

$$T = \int_0^L \frac{dx}{\frac{v}{H}x + V} = \frac{H}{v} \log \frac{v}{V} \frac{L+V}{V} \quad \dots\dots(iv)$$

(iii), (iv) を等置すれば

$$L = HV/y_m$$

これは本報の(1)式とその内容において同一である。よって垂直の吹き出し流が水平気流を乱さなければ、吹き出しの速さ自身は、直接到達距離に影響しない。

注) 例えば、松川訳、L.Prandtl 著、航空流体力学、P. 110, 昭 14, コロナ社