Journal of the Textile Machinery Society

Vol. 12, No. 5

(No. 119)

May, 1959

Contents

Reviews

- I. Kaino: Textile Products as They are Today and How They Should be in Future..... 1

Technical Papers

- S. Yamawaki, K. Fujino: Fibre Transfer Action of Rollers in a Carding Machine. Part 1. 6

Systematic experiments regarding two important interacting portions, *i. e.*, between the transporter and the cylinder, and between the cylinder and the doffer, have been made on a model carding machine, the collecting power being culculated on the basis of the weighted values of fibre layer thickness on rollers. As a result, some interesting aspects have been observed as to how the collecting power is influenced by various carding conditions. They are:

- (1) When metallic wire is used, collecting power shows a continuous growth as the feed increases. With card cloth, however, it shows a discontinuous change.
- (2) Collecting power is scarcely influenced by the gauge between two interacting rollers, but influenced largely by their peripheral speed ratio.

- S. Yamawaki, G. Hirose: Mechanisms of a Pneumatic Analyser and Its Fluid Dynamical Functions. Part 1.15

A pneumatic analyser (Japanese Pat. No. 248962) is highly effective for the opening, cleaning and separating of fibres.

Its function has been examined from the standpoint of fluid dynamics. The following results have been obtained:

- (1) From the relation between the taker-in speed and the circuitious radius of fibers, the effective limit of the taker-in speed has been established and found to be ronghly equal to that of the ordinary analyser.
- (2) By investigating the motion of separated and falling fibrer, a device to prevent them from re-mixing with usable fibers has been obtained.
- (3) The influence of the streamer plate and the regulating tongue on the air flow in the chamber is made clear from the velocity distribution curves.

The streamer plate has been found useful for keeping the separating zone effective as long as possible.

The regulating tongue operates successfully in order to bring usable fibers into the cage-suction-region.

- T. Murayama, S. Ono: Coefficient of Kinetic Friction of Yarn Studied by means of Automatic Recording Tester. Part 1: The frictional behavior of yarns running on other materials have been studied by measuring the coefficient of kinetic friction. ...24

Results:

- (1) The frictional coefficient μ is determined from the variation of tension S_1 , S_2 , by running yarn on three frictional materials, and substituting S_1 , S_2 into the following formula, $\mu = \log(S_2/S_1) / 2\pi \log e$.
- (2) The coefficient μ between raw silk and a duralumin cylinder is about 0.20~0.22; between nylon and a duralmin cylinder, about 0.23~0.26.
- (3) The coefficient μ shows a tendency to increase with the increase of yarn speed.
- (4) The coefficient of kinetic friction of yarn is influenced by the surface condition of the yarn, small deformation at the touch place of running yarn, electro static charge, and heat-up by friction.

ニューマチック アナライザの 機構と流体力学的作用 (第1報)*

(昭和34年4月1日受理) 会 員 山 脇 繁**
“ 広 瀬 伍 郎

→ 摘 要 ←

研 究 目 的

特許第 248962 号ニューマチック アナライザは、カシミア原毛の整毛装置として実用化され極めて有効なる“はたらき”をしているが、その機能を流体力学的見地から部分的に解析し検討を試みた。

研 究 結 果

(1) テーカインの速度と繊維の旋回半径の関係から、テーカイン回転数の有効限界がわかり実用機のそれと一致することが確認できた。

(2) 分離落下途上の繊維の運動状態を知ることにより、分離落下途上の繊維が良繊維に再混合することを防止する方法の案出に役立った。

(3) 整流板、整流翼のボックス内気流状態に与える影響を風速分布形から知ることができた。そして分離帯域をできるだけ長く保つことによって分離効果を良くするために整流板が、浮遊進行する良繊維を方向転換せしめてケージの強制吸引力のおよぶ範囲まで上昇せしめるために整流翼が、それぞれ有効に作用していることを確認した。

1. 緒 言

最近紡績機械に気流の作用を応用して繊維塊や繊維を処理する有効なるものが製作され、その内外における研究結果の発表も数多くなされている。

ここに報告するニューマチック アナライザもその一つである。

本機はわが社の特許として登録(特許第 248962 号)され、主としてカシミア原毛の整毛装置として使用されているが、紡毛紡績用の羊毛ノイル中の異物、ネップ等の分離除去装置としてもその機能は極めて良好な結果を示している。

本機は簡単な機構ではあるが、その機能は流体力学的理論の裏付けにより、本機的作用の研究は、現用カード機におけるカーディング作用の流体力学的解明に役立ついろいろの事項と、将来のカード機の構造に益する要素を発見するに有効である。

かかる見地から種々の実験ならびに理論的検討を行ってきたのであるが、ここにはその一部を第1報として

報告する。

2. 機構の概略とその機能

第1図は本機の外観写真、第2図はその要部の機構模型である。

第2図でわかるように、直接の“はたらき”をする部分の構造は極めて簡単である。

機構上第2図に現われていない二、三の点について説

(第1図) 外 観 写 真

* Mechanisms of a Pneumatic Analyser and its Fluid Dynamical Functions. Part 1:

** S. Yamawaki, Member. G. Hirose, 大信紡績株式会社

(第2図) 機構模型

明を加える。

テーカイン ローラはメタリック ワイヤが密着巻きされている。

ストリーマ プレート（以下整流板と称す）は固定であるが、レギュレティブ トング（以下整流翼と称す）は上下前後に全体の調節ができると共に、一端のみの調節も可能である。

ケージ ローラ内のダンパは、その開口部の位置を自在に変え得る。

インレット ドアは開口度合を上下に調節し得る構造でかつドアの上端は機台の巾方向に特殊な形状をなし、流入空気量が幅方向に常に均一になるごとく設計されている。

次に機能を大きく左右する機構上の要点を列記すると

- (1) ディッシュ プレートのローラ面の形状
- (2) テーカイン ローラの回転数とメタリック ワイヤの形状
- (3) 整流板の形状と取付位置および先端ゲージ
- (4) 整流翼の形状と調節状態
- (5) ケージ ローラ内ダンパの開口部位置と吸引の強弱
- (6) インレット ドアの開口度合
- (7) インレット ドア面からバック シート面までの距離を奥行、整流板下面から底板までの距離を深さとする、ボックス内の奥行対深さの割合関係

本機はこれらの最適の相互関係において運転され、その性能が十分発揮されているのである。したがってこれらの中1個所たりともその機能を停止するかまたは条件を変化させるならば、直ちに本機の作用に悪影響をおよぼすのである。すなわち極めて微妙なる機能を持つ装置であると云える。

本機のテーカイン ローラに密着巻きするメタリック ワイヤには、わが社の特許として登録（特許第 239706 号）されている特種メタリック ワイヤ（別報平板状メタリック ワイヤの特性 第1報第30図参照）を用いている。

このワイヤは凸凹メタリック ワイヤと呼称し、特長としてはローラの軸方向に歯を交互に高低状態に密着巻きしたこと、ローラへの巻揚り腹角がほぼ直角であること、ワイヤ ピッチが他のメタリック ワイヤに比べて最も大きいこと（グループ ピッチは一般メタリック ワイヤにほぼ等しい）等である。

また特性としては、ディッシュ プレートとローラ間で空気の導入を許容し、繊維塊に無理を与えずに解毛し（したがって繊維切れが少ない）、歯高ワイヤの軸方向の間隔間に生ずる繊維の渦流現象を歯低ワイヤが規正して軸方向のローラ面全体の繊維束に均一に波状流動を与え繊維塊の分離分散を促進して解舒を良好にし、異物の分離を容易にすることである。

なおこのメタリック ワイヤは、繊維付着量の多少にかかわらず抵抗係数にほとんど変化なく、一般メタリック ワイヤの値に比べて小さい。これはワイヤ面からの繊維の離れを適当に保って分離効果に有効である。

第3図は、凸凹メタリック ワイヤを密着巻きした本機のテーカイン ローラの一部写真である。

(第3図) 凸凹ワイヤ巻付状態

次に本機の機能について、カシミア原毛の整毛作業に基いて説明する。（第2図参照）

カシミア山羊から剪り採ったままの原毛は、刺毛（剛毛）、うぶ毛（柔毛）およびフケが混在しているから、これを洗毛してから、三者を分離して紡績原料となるうぶ毛のみを適当に集める作業を整毛作業という。

フィード ローラを経てディッシュ プレートとテーカインのゲージ点において解毛された原料は、一部はテーカインのワイヤに引っかけられて輸送されるが、大部分はゲージ点から噴出されて、テーカインの回転によって

発生する気流の境界層に乗って整流板へ運ばれる。

この場合フケや刺毛のうち比較的重いものは、噴出直後強制落下の状態になるものと境界層に乗って整流板先端の尖鋭部に向う運動中に分離して自由落下するものとに分れる。うぶ毛、刺毛の中比較の細いもの、軽いもの、うぶ毛にからまって残った微小なフケ類等は整流板に達し、この先端尖鋭部においてフケは完全に分離されて落下し、刺毛も大部分は分離されるが、うぶ毛にからみついた状態のものは、うぶ毛とともに整流板の下面直線部に沿って進行する。その途中において原料が気流に乗った運動状態にある場合も、刺毛やフケ類の分離は伴っている。かくして十分に分離されたうぶ毛と最後まで残ったごく軽い刺毛は浮遊進行しつつ整流翼まで達すると、ここに発生している上昇気流によって、うぶ毛は整流板と整流翼の間を上昇するもの、あるいは整流翼の前方端において方向転換して上昇するものにわかれ進行するが、刺毛は自然落下する。上昇したうぶ毛はケーシローラの吸引力によってデリベリエ輸送される。

以上の機能の説明のごとく、本機の生命は運転中の気流状態にあるが、前記の機構上の要点数項の関係が直接気流状態に影響して、ひいては整毛効率、品質面に鋭敏にあらわれてくる。

たとえば整流板の設置位置に関する実験結果（性能実験結果はすべて第2報以降において報告する）によると、分離効率を良くするためには、整流板の設置位置における気流にできるだけ水平通路をとらしめることが要点となる。そのためには第2図でわかるように、テークインの垂直軸線上に整流板の先端尖鋭部が位置するように設置しなければならない。

また整流翼を設置しない状態で運転した結果では、異物（刺毛、フケ類）のよく分離されたうぶ毛は、ケーシローラ面に吸引されることなく、ボックス内を浮遊進行してバックシート付近に落下堆積する。したがって整流翼は、整流板を過ぎてボックス内を気流に乗って浮遊進行するうぶ毛を方向転換せしめて、ケーシローラの強制吸引力の作用を受ける範囲位置まで進ませる役目を果しているわけである。

さらにまた本機の性能上の大きな特長の一つにあげられることは、用途によっては整毛品に適量の細い刺毛を含有せしめねばならぬ場合があるが、この場合本機においては、テークインと整流板先端尖鋭部間ゲージの加減と、整流翼を左右上下に調節することによって、刺毛含有率を所望量にし得る微妙な調節を自在にし得ることである。

(第4図) 整流板の形状と設置位置

これらはいずれも本機内の気流状態に影響を与え、性能を左右する機構上の例である。

なお紡績用カシミア原料として1級品に規定されている刺毛含有率0.5%以下の整毛品は、一般に用いられている整毛用カートにおいては、6～8山（6～8工程）を通しての現状であるが、本機は1回掛で刺毛含有率は1.3～1.5%になり、フケ類はほぼ完全に分離除去できて、2回掛（2工程）では常に0.5%以下の1級整毛品を紡出することができる。

〔注〕 本機の実験途上において使用した種々の整流板の形状とテークインとの関係位置の中、主なるものの例を第4図（A）、（B）、（C）、（D）および（E）に参考のためににかかげる。第2図に用いられているものは、整流板が（E）、整流翼が（D）の形状のものである。なお整流板とテークインの関係位置については、テークインの垂直軸線を中心として、その前後いろいろの位置に設置した場合についても実験を行なったが、その結果は本報においては省略する。

3. カシミア原毛の物理的特性

カシミア原毛には、うぶ毛と刺毛が混在しているが、

(第 1 表)

種 類	刺 毛	う ぶ 毛	フ ケ
項 目			
織 維 直 径	5×10^{-3} cm	1.5×10^{-3} cm	—
織 維 長	5 cm	2.5 cm	—
比 重	$1.213 \times 10^{-3} \text{g} \cdot \text{sec}^2 / \text{cm}^4$	$1.321 \times 10^{-3} \text{g} \cdot \text{sec}^2 / \text{cm}^4$	$1.934 \times 10^{-3} \text{g} \cdot \text{sec}^2 / \text{cm}^4$
重 量	1.187×10^{-7} g	0.580×10^{-8} g	—
卷 縮 性	な し	あ り	—

(第 5 図) うぶ毛の直径頻度分布曲線

その他の異物として相当量のフケが混入している。

第 5, 6 図は, うぶ毛および刺毛の直径頻度分布曲線を示し, 第 7 図は両者のステープルダイアグラムを示す。

第 1 表は, 刺毛およびうぶ毛の平均繊維直径, 平均繊維長, 比重, 単繊維の平均重量および卷縮性の有無ならびにフケの比重の計測結

果を示したものである。

第 5, 6, 7 図および第 1 表からわかるように, 刺毛とうぶ毛の平均繊維長の比は 2 対 1 であるが, 平均繊維直径においては, 刺毛はうぶ毛の約 3.5 倍である。しかも刺毛の直径の変動率はうぶ毛のそれに比べてかなり大きくなっている。これは混在している両者の分離の困難さの原因の一つであろう。なお比重は刺毛よりうぶ毛が大きいが, 重量比は約 20 対 1 という大きな開きで刺毛が重い。

4. 分離作用の流体力学的考察

ニューマチックアナライザの“はたらき”は, 機構上の総合効果が気流状態に鋭敏に影響し, その気流の作用によって繊維中の異物の分離除去にすぐれた効果を出していることは前述の通りである。したがって本機全体を一時に分析検討してその作用に流体力学的の裏付けをすることは極めて困難である。そこでわれわれは, 本機を部分的に単純な姿として各部ごとに実験的あるいは理論的に検討を加え, 最後にそれらを総合して機能全体を推定する研究方針で進めて行くことにした。

なお第 1 図に示す実用機は, 実験上写真撮影, 計測等に困難を伴ない十分なる実験効果を挙げる事ができないので, 実用機の要部と同構造の同一寸度割合 (ただし機台の有効幅は実用機の 40 in に対して 12 cm である) にし, かつ側面は透明アクリライト板張りとした実験用アナライザ機を製作した。第 8 図はその外観写真を示す。

(第 6 図) 刺毛の直径頻度分布曲線

(第 7 図)

刺毛, うぶ毛のステープルダイアグラム

(第 8 図) 実験機外観写真

まず繊維の存在を考慮せずに空気のみを運動を実験的に調べた結果を報告する。

〔注〕 速度分布の測定はすべて熱電対風速計による。¹⁾

第9図は、速度分布の測定位置および記号を示した略図、第10図は横軸にテーカイン面からの高さ y (mm)、縦軸に各角度 (θ°) における速度分布の無次元量 u/U_0 として境界層の発達状態を示したもの、第11図は境界層の発達状態を無次元量で示したもの、第12図は第11図の $\theta=135^\circ, 150^\circ$ における測定値のみを別図にしたものである。

第11, 12図の実線は理論線を示すもので、境界層の発

(第9図) 測定位置および記号の略図

(第10図) u/U_0 と y の関係

(第11図) u/U_0 と y/δ の関係

達が比較的安定した $\theta=135^\circ, 150^\circ$ においては、測定値が $1/4$ 乗則によく一致すると云える。

第13図は、整流板、整流翼ともに取りはずした場合の風速分布形、第14図は整流板を設置し整流翼を取りはずした場合の風速分布形、第15図は整流板、整流翼ともに設置した場合の風速分布形を示す。

これらの図から気流のみの運動を見ても、前述の分離現象の抽象的な説明における、整流板および整流翼の分離作用におよぼしている効果を理解できると思う。

(第12図) u/U_0 と y/δ の関係

(第13図)

風速分布形 (整流板、整流翼共なし)

(第14図)

風速分布形 (整流板あり、整流翼なし)

第 16 図はディッシュ プレートから整流板先端まで、
第 17 図は整流板先端尖鋭部付近、第 18 図は整流板およ

(第 15 図)

風速分布形 (整流板, 整流翼共あり)

(第 16 図) 繊維の分離, 飛散状態

(第 17 図) 繊維の分離, 飛散状態

(第 18 図) 繊維の分離, 飛散状態

び整流翼付近における繊維の飛散, 分離状態の瞬間写真を示す。このそれぞれの写真は、実験機のテーカイン周速を 10 m/sec にして、70's ノイルに蛍光漂白をほどこした原料をかけた場合の瞬間撮影であって、整流板、整流翼を取り付け、ケージローラ内に強制吸引力を与え、完全な機能状態で運転した場合のものである。

先に機能上から分離現象を抽象的に説明したが、ここでは軽い繊維は境界層に乗って前方へ進み、重いものは落下すると述べた。

これを力学的に説明するならば、繊維におよぼす気流の抵抗と繊維に働く遠心力との釣合いにおいて、前者が勝るものは気流に乗り、後者の勝るものは境界層外へ飛ばされてボックス内に落下すると云える。

S. M. Freeman と A. Linnert が 1956 年に発表した論文「シャレ オープナに関する除じん概論」⁴⁾によれば速度こう配が 200 ft/sec/in の場合、繊維に対する重力、遠心力および空気力学的力の大きさの比はそれぞれ 1:100:5000 であるから重力や遠心力は無視できると述べているが、空気力学的力の定義としてせん断応力を取ることに疑問があり、また W. Walton は同じくシャレオープンナに関する論文の中で、ピータ回りの境界層の発達および遠心力の問題を考えるためにピータ速度と空気速度を取り上げて、分離 (除じん) にはこの 2 要素は見逃し得ないものであると指摘している。

著者等は一応遠心力と空気抵抗の 2 要素のみについて分離現象の考察を進めることにする。

既述の S. M. Freeman および A. Linnert もその論文の中で述べているが、空気による分離を考察する上において、空中における繊維および異物の浮力の差が重要な要素となる。この浮力は物体が静止空气中を落下する際の終末速度⁵⁾ (後述) が小さい程大きいのである。

以下樋口の式を引用して繊維の運動を論じることを試みる。

(1) 自由落下の終末速度

繊維のような比較的小さい物体を静止空气中に自由落下させると、その落下速度は比較的小で、しかも短時間で重量と空気抵抗が釣合って、それ以上速度は増大しない。この時の速度を自由落下の終末速度と呼ぶ。

記号 (重力単位)

$w_0(g)$	: 繊維の真の重量
$w(g)$	: 繊維の空気中に見掛の重量
$m(g \cdot sec^2/cm)$	: 繊維の質量
$d(cm)$	: 繊維の直径
$g(cm/sec^2)$	: 重力の加速度

$Z(\text{cm})$	: 繊維の落下距離
$u_s(\text{cm/sec})$	: 繊維の落下速度
$u_0(\text{cm/sec})$	: 繊維の落下初速度
$t(\text{sec})$	: 経過時間
$C_D(/)$	: 繊維の空気抵抗係数
$W(\text{g/cm})$	: 繊維の空気抵抗
$\rho_s(\text{g}\cdot\text{sec}^2/\text{cm}^4)$	: 繊維の密度
$\rho_f(\text{g}\cdot\text{sec}^2/\text{cm}^4)$	: 空気密度
$g'(\text{cm/sec}^2)$	: 見掛けの重力の加速度
$u_m(\text{cm/sec})$	: 自由落下の終末速度

いま質量 m , 真の重量 w_0 , 見掛けの重量 w の繊維が空気中を落下速度 u_s で自由落下するとき, その空気抵抗 W と空気の浮力を考慮に入れた重力の加速度 g' から求められる力とのつり合を考えると, 時間 t に関して次の運動方程式が導かれる。

$$m \frac{du_s}{dt} = m \cdot g' - W \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$g' = (\rho_s - \rho_f) g / \rho_s$$

$$w = w_0 (\rho_s - \rho_f) / \rho_s = m \cdot g (\rho_s - \rho_f) / \rho_s$$

$$W = C_D \cdot d \cdot (\rho_f \cdot u_s^2 / 2) \quad \dots\dots\dots (2)$$

時間の経過とともに落下速度の増大, したがって空気抵抗はその自乗に比例して増大し, ついには繊維の重量と釣り合うことになる。すなわち (1) および (2) 式から

$$m \frac{du_s}{dt} = m \cdot g' - C_D \cdot d \cdot \left(\frac{\rho_f \cdot u_s^2}{2} \right) = 0$$

$$\therefore u_m = \sqrt{\frac{2w}{C_D \cdot \rho_f \cdot d}} \quad \dots\dots\dots (3)$$

となる。

(2) ニューマチック アナライザの分離作用

既述のように本機的作用を論議する上において, 整流板および整流翼の働きを見逃すことはできないのであるが, いまここでは両者およびケーゾーラの強制吸引力のない場合について, ディッシュ プレーットのゲージ点を出てからの刺毛およびうぶ毛の運動を考察して見よう。

(a) 繊維がテーカインによる境界層に乗った場合
テーカインの回転速度が比較的早く, それによる遠心

(第19図) 繊維軌跡模型

力が大きくて重力の影響を無視できるならば, その運動を論ずるのは割合簡単になる。

いま第19図のように, 繊維が $\theta=0$ において半径 R 点から出発し, $\theta=\theta$ において半径 r 上にあるとして, 円周方向の速度を u_θ , 半径方向の速度を u_r で与えるときの繊維の軌跡を求めて見よう。

いま繊維の自由落下の終末速度に比べて, 空気速度が相当に大きく, したがって繊維速度と空気速度が等しいとすると, 空気抵抗と遠心力のつり合から

$$m \cdot r \cdot \omega^2 = C_D \cdot \left(\frac{\rho_f \cdot u_r^2}{2} \right) \cdot d \quad \dots\dots\dots (4)$$

ただし $\omega(\text{rad/sec})$: 角速度

となる。(4)式に(3)式の終末速度を代入して整理すると,

$$u_r = u_m \cdot \sqrt{\frac{r \cdot \omega^2}{g'}} \quad \dots\dots\dots (5)$$

となる。上式の $u_r = dr/dt$ であるから初期条件として $t=0$ にて $r=R$ として積分すると

$$r = R \left(\frac{u_m}{2} \cdot \sqrt{\frac{\omega^2}{g' R}} \cdot t + 1 \right)^2 \quad \dots\dots\dots (6)$$

となり, (6)式が回転体によって生ずる境界層内を飛行する繊維の軌跡を示す式である。

抵抗係数は, 著者等が風洞実験によって求めた値を使用する。(これについては「平面板状メタリックワイヤの特性第2報, 山脇, 長岡」で詳報する)

第20図は, レイノルズ数と繊維の抵抗係数の関係を測定値から求めたものである。

(第20図) 繊維の抵抗係数

第20図に示されている抵抗係数は, 繊維の長さ方向に対して 90° の方向から気流が当たった場合であるが, 実際には繊維は空気流に乗っているものであり, したがって抵抗値としては切線方向の値を用いるのが適当と思われる。

C. Mack, E. J. L. Smart³⁾によれば, 繊維が気流に対して 90° の角をなす場合と, 気流に平行な場合との抵抗比は約10対1である。

以上のことを考慮に入れて, (6)式から繊維の旋回

(第21図) カシミヤ繊維の飛行軌跡

(第22図) 角速度による旋回半径の相違

半径を計算図示したものが、第21、22図である。

第21図は、テーカインの周速度を実用機の常用周速度である 15 m/sec とした場合の計算結果から、うぶ毛および刺毛の飛行軌跡の相違を図示したものである。

第22図は、テーカインの角速度を 153.89 rad/sec (周速度は 20 m/sec), 115.39 rad/sec (15 m/sec), 76.92 rad/sec (10 m/sec), 46.15 rad/sec (5 m/sec) としてそれぞれ計算した場合のうぶ毛と刺毛の旋回半径の違いを旋回角 θ と旋回半径 r の関係で図示したものである。

この図からわかるように、周速度が 15 m/sec と 20 m/sec の場合の旋回半径の違いはわずかである。したがって計算結果から分離効果を見れば、テーカインの周速度は 20 m/sec 付近にする必要はなく 15 m/sec が大体適当しているものと考えられる。

(b) 繊維が境界層に乗らないで落下する場合

ディッシュ プレーットのゲージ点から出た直後においては、テーカインによって発生する境界層の発達はいささく、したがってこの境界層に乗らない繊維もある。このような繊維の運動は、テーカインの表面速度を初速度とする強制落下として取り扱えばよい。

繊維の自由落下における重力と空気抵抗および加速力のつり合の式は (1) および (2) 式から

$$m \cdot \frac{du_s}{dt} = m \cdot g' - C_D \cdot d \cdot \left(\frac{\rho_f \cdot u_s^2}{2} \right)$$

であるが、 $t \rightarrow \infty$ で $m \cdot g' - C_D \cdot d \cdot (\rho_f \cdot u_s^2/2) = 0$ であるから

$$\frac{du_s}{u_m^2 - u_s^2} = \frac{g'}{u_m^2} dt$$

となる。そこで落下速度 u_s を時間 t について解き、 $t=0$ にて $u_s=u_0$ の初期条件を入れ、 $u_0/u_m=a$ として積分すると

$$\frac{u_s}{u_m} = \frac{\left\{ 1 - e^{-2\tau} \left(\frac{1-a}{1+a} \right) \right\}}{\left\{ 1 + e^{-2\tau} \left(\frac{1-a}{1+a} \right) \right\}} \dots\dots\dots (7)$$

となる。ここにおいて τ は $g' t / u_m$ で、時間の無次元量を示す。

また落下距離 Z は

$$u_s = \frac{dZ}{dt} = u_m \cdot \frac{\left\{ 1 - e^{-2\tau} \left(\frac{1-a}{1+a} \right) \right\}}{\left\{ 1 + e^{-2\tau} \left(\frac{1-a}{1+a} \right) \right\}}$$

において、初期条件 $t=0$ にて $Z=0$, $u_s=u_0$ を入れて積分すれば

$$\frac{Z}{u_m \cdot t} = \frac{1}{\tau} \log \left\{ \frac{1+k \cdot e^{-2\tau}}{1+k} \right\} + 1 \dots\dots\dots (8)$$

$$\text{ただし } k = \frac{1-a}{1+a}$$

となる。

第23図は (7) 式から求めた経過時間 $\tau (=g' t / u_m)$ と落下速度比 u_s/u_m の関係 (共に無次元量)、第24図は刺毛とうぶ毛別に、第23図の関係を落下時間 t と落下速度 u_s の関係で示したものである。

第25図は (8) 式から求めた経過時間 τ と落下距離 $Z/u_m t$ の関係 (共に無次元量)、第26図は刺毛とうぶ毛別に、第25図の関係を落下時間 t と落下距離 Z の関係で示したものである。(破線は横軸、縦軸のかわり)

(第23図) τ と u_s/u_m の関係

(第24図) t と u_g の関係 (第25図) τ と $Z/u_m t$ (第26図) t と Z の関係

内数字単位による関係を示す)。

これらの図から、落下繊維はきわめて短時間内に等速運動となり、その速度も小さい値であり、かつうぶ毛よりも重い刺毛は、落下距離がうぶ毛よりも大きい、しかしその絶対値は小さいことがわかる。

したがって結果としてはボックス内に発生している循環流の速度の方が大となり分離落下途上の繊維を再度浮上せしめることとなる。この現象は実用機においても実

験機においても運転中にしばしば経験することである。

このように分離落下途上の繊維が、逆に浮上して境界層へ混入し、良繊維に混合することを防止するために、ボックス底板部に循環流を消去せしめる方法を講じたり設計上ボックス内深さと奥行の比を検討する等に関して以上の計算は有効である。

5. 結 論

以上の結果を要約すれば次のようになる。

- (1) テーカインの速度分布の測定値は、 $\frac{1}{2}$ 乗則もしくは $\frac{1}{4}$ 乗則曲線のいずれかに大体一致する。
- (2) 要部の風速分布形の確立によって、整流板および整流翼の気流状態に与える効果を確認し得た。
- (3) 繊維(羊毛ノイル)をかけた場合の要部の瞬間写真によって、分離作用における繊維挙動を推測することができる。
- (4) 同上写真の繊維飛散状態の計測による境界層の発達と風速分布形(第13図)に示されるそれとは大体一致する。
- (5) 樋口氏の理論式の運用によって、テーカインの回転によるカシミア原料中の刺毛およびうぶ毛の飛行軌跡を明らかにすることができた。
- (6) ボックス内深さ対奥行の関係の設計上の検討指針を得た。
- (7) ボックス内底板部に循環流消去方法を講ずることの必要性がわかった。

以上第1報においては、本機の構造概略と機能の抽象的な説明並びに一部実験的、理論的考察を行った結果を報告したが、実験結果と理論の比較考察、分離作用の流体力学的総合考察、カシミア原毛の整毛実験結果の具体的な資料等については、第2報以降において報告する。

文 献

- 1) 山脇, 正垣; 本誌, 10, 163 (昭32)
- 2) 藤本武助; 流体力学, 第3版, 334 (1956)
- 3) C. Mack, E. J. L. Smart; J. Text. Inst., 4, T 359 (1954)
- 4) S. M. Freeman, A. Linnert; J. Text. Inst., Vol. 48, No. 2, T 54 (1957)
- 5) 樋口; 本誌, 11-452, 533, 752 (昭33)
織学誌, 14-1, 26 (昭33)