(昭和 38 年 11 月 15 日 受理)

フラットソ綿機のテーカイン周りにおける 気流作用にもとづく分級機構について (第2報)

大和紡織株式会社 森 山 有 恒

CLASSIFICATION MECHANISM BY PNEUMATICAL ACTION AT TAKER-IN CYLINDER PART OF FLAT CARDING ENGINE (2)

By Aritsune Moriyama

(Daiwa Spinning Co. Ltd., Minami Kyutaro-machi, Higashi-ku, Osaka, Japan)

An example of the measuring values of the speed of currents related the curved currents along the arc surface of the mote knife and the over-run currents under the mote knife for the undersheet, are shown. As a result of the experimental conditions, the following were observed.

1. V_t , the tangential velocity of the curved currents along the arc surface of the mote knife, is calculated from the following experimental formula;

$$h + \Delta H = \alpha_2 e^{-\beta_3 (V_{SOH} - V_t)} \quad (I)$$

where h is mean distance from arc surface of mote knife, ΔH function of distance from gauge point of mote knife, α_2 , β_3 coefficient and exponent concerning circular velocity of taker-in cylinder or distance from gauge point of mote knife, and V_{SOH} component of velocity in direction of back surface of mote knife on line between centrifugal currents and currents along back surface of mote knife, at distance $(h + \Delta H)$ from back surface.

2. θ_t , an angle with a tangent to the arc surface of the mote knife, is calculated from the following experimental formula;

$$\theta_t = 3.6 \alpha_4 e^{\beta_5 |\log E h|} - C_{20} + C_{21} L \quad (II)$$

where α_4 is mean coefficient, β_5 exponent and E function concerning distance L from gauge point of mote knife.

3. V_h , the component of velocity in the direction of the horizontal line concerning the over-run currents under the mote knife for the undersheet, is calculated from the above mentioned experimental formula (I) by replacing V_t with V_h .
4. θ_h , an angle with horizontal of the over-run current under the mote knife, is calculated from the above mentioned experimental formula (II) by replacing θ_t with θ_h .

(Received November 15, 1963)

気流流速の実例 (その 2)

1. モートナイフ下端部の彎曲気流

この報告では前報¹⁾に続いてモートナイフの背面に沿つての進行気流が、モートナイフの下端円弧部にそつて機台方向へ曲がついていく彎曲気流およびさらにアンダシート側領域へと進行していく気流がケージファンによるアンダート入口への吸引気流の有無によつて、いかに流速もしくは気流方向を変化していくかを実験結果に基づく実験式によつて示している。すなわちこれら気流作用は、重力、慣性力および浮力とともにこの研究における

分級機構の主要要素となつているものである。

気流の流速と方向を実測した結果の1例としてケージファンによる吸引風量がない場合を前報第6図に示したが、モートナイフ背面直線部の末端を離れた気流は、モートナイフ背面への衝突反力で後方(機台の方向からみて)へと向かいつつあつた気流方向がこの部で逐次前方へと方向転換し、最高速度を示す位置も同様に前方へ移行していく。またこの部自由空間での気流の広がりには機台の前方アンダシート側へとのびている。これはモートナイフとアンダシートとの間でふたたび形成され、成長していくテーカインローラの遠心気流層への助成気流を

導入しているためと思われる。

ケージファンによる吸引風量が加味されると、モートナイフ背面直線部の末端とその円弧部下端との間での彎曲度合が著しくなる。すなわちこの章では前報で述べたモートナイフ背面にそつての気流がその背面直線部の末端を離脱し、モートナイフの円弧部にそつてその下端に至るまでの彎曲気流について考察し、その彎曲気流のモートナイフ円弧部に対しての切線方向分速度 (v_t) と法線方向分速度 (v_n) について実験式を求めている。

(1) 切線方向分速度 (v_t)

前報で述べたモートナイフの背面にそつての気流層の場合に準じて、遠心気流層とモートナイフの背面にそつての気流層との境界線上におけるモートナイフ背面からの距離が H [m] である点のモートナイフ背面方向分速度を v_{SOH} [m/sec] で表わせば、その v_{SOH} とモートナイフの円弧表面からの距離が h [m] である点での彎曲気流のモートナイフ円弧部に対しての切線方向速度 v_t [m/sec] との差に対する H もしくは h と関係は次の両式で示される。

$$H = \alpha_2 e^{-\beta_3 (v_{SOH} - v_t)} \quad (1.1)$$

$$H = h + \Delta H \quad (1.2)$$

ただし α_2, β_3 および ΔH はそれぞれ次の関係式で表わされ、 $\Delta H = 0$ したがって $H = h$, $v_{SOH} = v_{SO}$ とおけば前報におけるモートナイフの背面気流についての (1.11) 式と同様になる。

$$\log(\alpha_2 \times 10^3) = \alpha_3 \beta_4 v_{SOmax} \quad \text{ただし } h \leq h_8 \quad (1.3)$$

$$\log \alpha_2 = C_{12} - C_{13} L + C_{14} L^n \quad \text{ただし } h > h_8 \quad (1.4)$$

$$\beta_3 = k_1 v_{SOmax}^{m_1} \quad \text{ただし } h \leq h_8 \quad (1.5)$$

$$\beta_3 = C_{15} - C_{16} L \quad \text{ただし } h > h_8 \quad (1.6)$$

Fig. 1. Example of relation between L and h_8 or h_{8max} in case of parameter revolution of taker-in cylinder (N) and capacity of cage fan (F).

$$\Delta H = C_{17} + C_{18} L + C_{19} L^2 \quad (1.7)$$

ここに示す v_{SOmax} はモートナイフ先端点での遠心気流のモートナイフ背面方向分速度 [m/sec] であり、 h_8 はケージファンによる吸引気流もしくはモートナイフ以降（機台前方）の遠心気流助成のための誘引影響を受けた気流層が、テーカインから進行してきた遠心気流層と重なった見かけ上の境界線が形成されている気流層部の厚みを示す h の値とし、この彎曲気流にはじまつて次章で述べるアンダシート側領域の気流はこの h_8 を境として (1.1) 式における β_3 の値を急激に変化する。第1図はこの h_8 がモートナイフの先端点からモートナイフの背面直線部を経て円弧部にそつての距離 L [m] によつて変化する状態の1例を示している。また (1.3)~(1.6) 式の各係数はケージファンによる吸引風量の有無とその多少によつて影響を受け、 α_3, β_4, k_1 および m_1 は前報における (1.14)~(1.21) 式とは異なつた L の関数として、また $C_{12} \sim C_{16}$ はそれぞれ v_{SOmax} の関数として表わされる。ただし (1.5) 式における乗数 n はこの部彎曲気流では2を採用し、(1.7) 式における係数 $C_{17} \sim C_{19}$ は $h > h_8$ でケージファンによる吸引がある場合にはそれぞれ $-1.0127, 26.972$ および -177.816 の数値を採用し、ケージファンによる吸引がない場合およびある場合の $h \leq h_8$ には0とおけば実験結果にほぼ合致する。なおこれら係数値は、実験範囲内でのケージファンによる吸引風量変化 ($4.22 \sim 10.18 \text{ m}^3/\text{min}$) についての差異よりもむしろそれによる誘引風量の有無による影響が著しく大である。

第2図は (1.1) 式および (1.2) 式によつて算出された h と v_t との関係曲線に実測値をプロットした1例を示し、モートナイフ先端からの距離をパラメータとしたものである。すなわち前報における (1.11) 式の $F = 5.24 \sim 9.33 \text{ m}^3/\text{min}$ の実験式の算出結果ではモートナイフ背面直線部の末端に近づくにつれて誘引気流の影響

Fig. 2. Calculated curves of v_t vs. h at curved currents along arc surface of mote knife. (Revolution of taker-in cylinder is 840, and capacity of cage fan is $5.24 \text{ m}^3/\text{min}$)

を受けて増速傾向にあつた最高速度部は、その円弧部にそつて彎曲しながら再び減速し始め、最高速度を示す位置はモートナイフ背面の延長方向に対してはアンダシート側へと移行し、また彎曲するにつれて機台後方から導入された気流が加わつたがための新しい誘引気流層の形成が顕著に現われる。

(2) 法線方向分速度 (v_n) と気流の方向 (θ_i)

彎曲気流がモートナイフ下端部の円弧面での切線方向となす角度を θ_i 度で示せば、 θ_i は L が大になるにつれて小になり、 h がある程度大になる間では漸次増加の傾向がある。すなわちこれらの関係は次の実験式で示される。

$$\theta_i = 3.6\alpha_4 e^{\beta_5 |\log E h|} - C_{20} + C_{21} L \quad (1.8)$$

ここに E は θ_i が最大となる角度をとる h の値 ($h_{\theta_{max}}$ とする) の逆数として、また係数 α_4 および β_5 はそれぞれ次の関係式から算出し、 C_{20} および C_{21} の数値としてはこの部背面気流層ではそれぞれ $C_{20} = 625.12$ および $C_{21} = 7.16517 \times 10^3$ を採用すれば実用範囲での実験結果にほぼ合致する。

$$E = 1/h_{\theta_{max}} = 3.26989 \times 10^3 - 9.24552 \times 10^4 \times L + 8.72237 \times 10^6 \times L^2 - 2.72314 \times 10^6 \times L^3 \quad (1.9)$$

$$\alpha_4 = C_{22} + C_{23} L + C_{24} L^2 \quad (1.10)$$

$$\beta_5 = C_{25} + C_{26} L + C_{27} L^2 - C_{28} L^{-21.4926} \quad (1.11)$$

すなわちこの $h_{\theta_{max}}$ と前述の切線方向分速度 (v_t) についての実験式 (1.1) 式の係数 α_2 および β_3 が異なつた傾向を示す h_8 との L に対しての関係例を前掲の第1図に示している。また $C_{22} \sim C_{28}$ はケージファンによる吸引風量の多少によつて異なり、それぞれ $v_{s0_{max}}$ の関数として求められ、 $C_{25} \sim C_{28}$ については h が $h_{\theta_{max}}$ より大または小に応じて異つた式を採用するものとする。

次に (1.8) 式によつて算出された θ_i と (1.1) 式の切線方向分速度 v_t から次式によつて法線方向分速度 v_n が算出される。

$$v_n = v_t \times \tan \theta_i \quad (1.12)$$

(3) 彎曲気流の流速 (v)

彎曲気流層の任意点の流速 v [m/sec] は、(1.1) 式から求めた v_t および (1.8) 式から求めた θ_i によつて算出され、第3図はこれらの v と h との関係係数線上に実測値をプロットした1例を示し、前掲第2図の v_t に比べて彎曲し終わつたモートナイフ下端部での流速 v が同一の h に対して増大しているのは、ケージファンの吸引力によつてこの部彎曲気流の方向が上方へ曲げられつつあり、その水平分速度に比して垂直分速度の増加が大なるためである。また等速度分布においては低速

Fig. 3. Calculated curves of v vs. h at curved currents along arc surface of mote knife. (Revolution of taker-in cylinder, is 840, and capacity of cage fan is $5.24 \text{ m}^3/\text{min}$)

度部の広がりが増大している。

2. アンダシート側領域での進行気流

モートナイフの彎曲部の円弧部下端を曲がつて誘引された気流は、前報第6図例に示すようにケージファンによる吸引がない場合にはモートナイフの背面にそつて進行してきた遠心気流の流れが主体となり、これがテーカインローラの円周面にそつてモートナイフとアンダシートとの間で再び形成され、成長していく遠心気流層の助

Fig. 4. Vector diagram of air currents in dust space, with suction flow by cage fan only.

Fig. 5. Vector diagram of air currents in dust space, with suction flow by cage fan at revolution of taker-in cylinder is 840.

成気流となつて広くアンダシート側領域へと広がりながら漸次その方向を上方へ曲げられていく。

第4図はテーカインローラの回転を停止して、ケージファンのみを運転した場合のこの部誘引気流流速分布の1例を示しており、モートナイフの彎曲部下端からはほぼ機台底いつばいにわたつて機台後方からの等速分布に近い低速誘引気流層が見受けられ、これらはアンダシートに近づくにつれて漸次その方向を上方へと変え、アンダシート入口部に至つてその進行気流層の厚みが狭められると同時にケージファンによる吸引力を直接受けて逐次増速されていく。

第5図はテーカインローラとケージファンがともに運転されている通常の機台運転条件下でのこの部気流流速分布の1例を示し、これは前報第6図および前掲第4図との合成とも考えられるが、限られた空間での相互干渉が加味されているため単純な合成結果とは異なっている。すなわちこの章では、この部アンダシート側領域での進行気流のうち気流流速の大部分が垂直上昇方向に近い分布をしているアンダシート近接領域を除外して、

後報で述べる慣性による分級分離効果上とくに問題となる水平方向気流を主体とするモートナイフの彎曲下端点に引いた水平線以下におけるアンダシートとのほぼ中間までの進行気流についての実験式を求めている。

(1) 水平方向分速度 (v_H)

モートナイフの彎曲下端点にひいた水平線からの下方垂直距離を h [m] とし、この部領域での気流の水平方向分速度 v_H [m/sec] を v_t に置きかえれば、それらの関係は前章で述べた (1.1) 式および (1.2) 式で、またそれぞれの係数および ΔH は (1.3)~(1.7) 式で表わされる。

前掲第1図にこの部における h_0 と L との関係の1例を示している。またこれら (1.3)~(1.6) 式の各係数がケージファンによる吸引風量の有無と多少によつて、進行距離の大小に応じてそれぞれ異なつた L もしくは $v_{80\max}$ の関数として表わされる点は前章と同様である。なおこの場合も (1.7) 式における係数 $C_{17} \sim C_{19}$ は、 $L \leq 77.53 \times 10^{-8}$ においては前章で述べたと同様であり、 $L > 77.53 \times 10^{-8}$ で $h > h_0$ かつケージファンに吸引がある場合にそれぞれ 0.16755, -3.47037 および 18.5185 の数値を採用すれば実験結果にはほぼ合致する。

第6図は (1.1) 式および (1.2) 式によつて算された h と v_H との関係曲線上に実測値をプロットした1例を示し、モートナイフ先端からの距離をパラメータとしたものである。すなわちモートナイフの背面にそつて進行してきた速心気流の流れを主体とする最高速度部はこのアンダシート側領域を進行するにつれて気流の勢いは衰え、最高速度を減じつつ下方 (h が大となる方向) へ広がり、次に全面的に減速されていく。また機台の後方から導入され誘引されてきた幅 (上下方向の) の広い気流はしばらくはほとんど等速に近い分布を保つたまま定速で進み、モートナイフの彎曲部下端の線とアンダシ-

Fig. 6. Calculated curves of v_H vs. h at over-run currents under mote knife for undersheet. (Revolution of taker-in cylinder is 840, and capacity of cage fan is 9.33 m³/min).

トとの中間に近づくにつれ急速にこの部の水平方向分速度が減速されていく。また前章に掲げた第2図とそれぞれ同一の L (たとえば $L=77.2 \times 10^{-3} \text{ m}$) で比較すれば、ケージファンの吸引風量を異にする結果として第6図のほうが全般的に大なる水平方向分速度を示しており、 $L=77.2 \times 10^{-3} \text{ m}$ のモートナイフ彎曲部下端の線でのケージファン吸引風量の大小による影響としては、その水平方向分速度分布をほぼ比例的に増減する結果となつて表われている。

(2) 鉛直方向分速度 (v_v) と気流の方向 (θ_h)

アンダシート側領域での進行気流が水平方向となす角度を θ_h 度で示せば、同一の h での θ_h は前掲第5図にも見られるように L が大になるにつれて増加する。すなわち気流方向は上方へと曲げられていき θ_h を θ_i に置きかえるとこれらの関係は前章の実験式(1.8)式で $C_{20}=72$, $C_{21}=0$ の数値を採用すれば実用範囲での実測結果にほぼ合致する。なおそれら E, α_4 および β_3 の関係も(1.9)~(1.11)式と同様で、それぞれの係数 $C_{22} \sim C_{27}$ はケージファンによる吸引風量の多少、進行距離 L もしくは h が $h_{g \max}$ に比しての大小に応じて $v_{s0 \max}$ の関数として表わされ、 C_{23} はこの部気流では0とおける。

すなわち(1.8)式によつて算出された θ_i と(1.1)式によつて求められた v_i とから、(1.12)式によつて v_h を v_v に置きかえることによつて鉛直方向分速度(v_v)が算出される。

(3) アンダシート側領域での気流流速 (v)

この気流層内の任意点の流速 $v [\text{m/sec}]$ は、前章同様(1.1)式から求めた $v_h(v_i)$ と(1.8)式から求めた $\theta_h(\theta_i)$ とによつて算出され、第7図はこれらの v と h との関係曲線上に実測値をプロットした1例を示し、前掲第6図の v_h に比べてほぼ等速で下方(h が大となる方向へ)広がっている低速気流層部の流速分布は $L=122.2 \times 10^{-3} \text{ m}$ の線に至つても衰えを見せずに進行しており、この部での気流方向が機台上方へと曲げられ鉛直方向分速度が増加していることが明確である。また前章の第3

Fig. 7. Calculated curves of v vs. h at over-run currents under mote knife for undersheet. (Revolution of taker-in cylinder is 840, and capacity of cage fan is $9.33 \text{ m}^3/\text{min}$)

図と比較すれば、ケージファンによる吸引風量の大小による影響で同一の L (たとえば $L=77.2 \times 10^{-3} \text{ m}$) の線上での分布において第7図のほうが最高速度部と低速部において大であり、かつ第2図と第3図との比較で見られたような下方へ下がつての曲がり方ではなく、 h に対してほぼ同様な位置で最高速度部が曲げられている。

3. 総 括

モートナイフの下端円弧部にそつての彎曲気流およびさらに進んでアンダシート側領域へと進行していく気流についての流速を表わしている(1.1)式および(1.2)式は、 $\Delta H=0$ とおけば前報のモートナイフ背面にそつての気流についての実験式と同じ形式となる。また(1.8)式で示される気流方向の実験式を含めてそれぞれの算出結果が、実用の吸引風量範囲ではほぼ実測値に合致することを示している。次報では分級除塵の対象となるべき各種試料についての終末速度の実測結果と既述実験式にもとづいての気流作用による軌跡計算結果について述べる予定である。

なお、終わりに気流実測に終始努力いただいた木原英俊氏に深謝します。

文 献

- 1) 森山有恒; 織学誌, 18, 1093 (1962)