(昭和30年9月20日受理) 会 員 藤 野 清 久**

堀 川 明

摘

要

研究目的

同じ寸法の直円錐台を2本、半径の小さい方で継ぎあわせ、円錐の母線と軸とのなす角度だけ、両円錐台の軸を傾けたローラからできている幅出装置をコニカルローラ幅出装置という。この幅出装置が布を拡げるときの接触状態、布に加わる張力、拡布量等を計算して、この装置の特性を求め、製作上、使用上の指針を得ようとした。

研究結果

ローラの両端部においては他の部分に比較して布との接触面積大きく、接触状態も緊密で良く、この装置の拡布作用は主としてローラ端部で行われる。

布の走行速度はローラ端部の表面速度にほぼ等しく、中央部では布とローラとの間かなりのすべりがある。拡布力は小さく、布の弛みは常に中央部に生じ、その調節は困難である。

1. 緒 言

コニカルローラ幅出装置は第1図に示す如く、直円錐台形の二つのローラを半径の小さい方で継ぎあわせて一体のゴムローラとし、これら両直円錐台の軸を更に傾けて二つの円錐の共通の母線が一直線になるようにしたものである。図で共通母線と記したものがこれを指す。この共通母線を境としてローラの半円周部分は、ローラの回転と共にその表面は外(両端)向きの速度成分を有し、拡布作用をもつが、他の半円周部分ではローラの回転と共にその表面はローラの中央部へ向う速度成分を有

し、拡布作用をもたない。従ってこのローラの有効作用面は、共通母線を境として、ローラの半円周部分のみである。

布はローラに対して図のようにかかり、ローラ近くで布は平面でなくほぼU形の断面形になる。ローラと布との接触部分は図の横線を施した部分で、ローラは布との摩擦力によって駆動され、ローラの回転モーメントの大小が布張力に関係する。ローラ表面はすべて凹面であるから、布とローラとの接触状態は極めて悪く、常に中央部分で布とローラとの接触が不十分となる。又布がローラに深くかかる程その中央部分の接触不足は増大する。

ここでは布とローラとの接触状態を明らかにし、布とローラとの摩擦力より布に加わる力を導き、更にローラ表面の速度成分、最大拡布量等を検討して、この装置の拡布機構を解明しようとするものである。

仮 定

この装置を解析するに当って最も肝要なことは、ローラと布の上の一点とが、どのような軌跡を経て接触するかということである。今布の中心線とローラの中央とが一致し、接触状態は左右対象であるとする。中心線上以外の布の任意の一点がローラに導入されると、布が十分弛みをもっている場合には、その点はローラ表面に密着しローラ表面の移動方向に拡がりながら送られる。即ち

(第 1 図)

* On Conical Roller Expander.

** K. Fujino, A. Horikawa, Member. 大阪大学工学部

関係角度を適当に選べば、布の弛みは周縁部弛緩，中央部弛緩といろいろに変化できたが，コニカル型のもでは布をどのようにかけても必ず中央部が接触不足になる。布の長さ方向の弛み b は次のように計算される。ここで布の幅とローラの全長とはほぼ等しいものとする。

ローラ中央におけるたて糸の長さ $AB + \widehat{BD'} = e \cos \phi_i + r\alpha$ ，ローラ周縁におけるたて糸の長さ $\widehat{A'C} + CD = R\alpha + e \cos \phi_0$ ，布の長さ方向の弛み $-b = (R-r)\alpha + e(\cos \phi_0 - \cos \phi_i)$

$$\alpha = \phi_i + \phi_0, \quad e = R - r,$$

$$b/(R-r) = (\cos \phi_i - \cos \phi_0) - (\phi_i + \phi_0) \dots \dots (1)$$

計算によれば布の長さ方向の弛みは，ローラの端部と中央部との半径差に比例し，布とローラとの関係角度によって変化する。(1)式の値はわれわれの場合負号をとるので，中央部が弛緩してローラから浮上る。布とローラとの接触角度(或は布の開き角度)を一定とし，ローラと布との関係角度を，ローラの有効作用面上で移動せしめると，布の弛み量は第5図のようになる。図の左端は導入角が 90° の場合で，このとき布の弛み量は最も大きい。接触角を一定に保ちながら布とローラとの関係角度を次第に図の右の方へ変化せしめると，布の弛みは次第に小さくなり，誘出角が 90° 即ちローラの二つの母線が一直線になった共通母線から布が誘出され，誘出布が平面になったとき布の弛みは最小になる。接触角が増すと布の弛み量は増大する。

(第5図)

現在使用されているローラの半径差は約 $\frac{3}{4}$ in(19mm)であるから，例えば接触角が 60° のとき布の弛み量は大体 $3.4 \sim 36$ mm の範囲内にある。導入角と誘出角との配分方法によって布の中央部弛緩量が決定される。以上はローラの有効作用面のみに布が接する場合であるが，有効作用面以外の面に布が接触すると，一旦あげられた布が再び皺よせられたり，又ローラの拡布能力を弱めたりするので，このことは避けなければならない。なおこの装置は常にローラの中央部が接触不足の傾向をもっているのをこれを調整するため，(例えば布が平面の場合でも)ローラに一樣に接触するように布をより強く引張らねばならないが，その場合ローラ前後の布の自由長さ，布の弛み量などから布に永久歪みの生じないように考慮しなければならない。導入される布の両織縁部が他の部分よりも伸びている場合にはこの装置によってローラと布との接触を全面一樣にすることが可能であるが，導入布の両織縁部が縮り，中央部が伸びているときにはこの装置で接触状態を調整することは不可能である。

3. 布張力，拡布力

この装置のローラは走行中の布との摩擦力によって回転する。われわれは前にベンドバー型ローラ幅出装置の布張力の計算において，わずかに傾いたローラと布との摩擦による布張力の式を導き，その数値計算の結果はローラの傾きの無い場合(即ちベルトとプーリとの理論)に殆んど等しいことがわかった。この報告においてもはじめの計算結果によれば，ローラの傾きは極めて小さく布通過断面形も殆んど円形であるから，布の単位幅についてローラは円柱形であると考えらるならば，前のベンドバー型の装置を計算した経験に基づき，単位幅の布の長さ方向の張力は，導入布の張力を T_1 kg/cm，誘出布のそれを T_2 kg/cm，ローラと布との動摩擦係数を μ ，接触角を α としたとき，簡単に $T_2 = T_1 e^{\mu\alpha}$ であらわすことができる。

布張力，拡布力等はベンドバー型の装置を計算したときとすべて同様に行うとその結果は次のようになる。

$$\alpha = \frac{1}{\mu} \log \left(\frac{M/r_m}{BT_1} + 1 \right) \dots \dots (2)$$

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{M/r_m}{BT_1} + 1 \dots \dots (3)$$

$$T_b = \frac{M/r_m}{B} \theta \dots \dots (4)$$

ここで M : ローラの回転モーメント $r_m = (R+r)/2$ ，
 B : ローラの長さ， T_b : 拡布力(布の単位巾について)
これらの式はベンドバー型の幅出装置と全く等しく

ローラ半径として相加平均値 r_m を用いるのが異なるのみである。

(2) 式によれば、布とローラとの摩擦係数、布張力が小さいときには布をローラに深くかけ、ローラの回転モーメントが小さいときには浅くかけるようにすればよい。(3) 式はローラの回転モーメントと布張力との関係を示し、布に加わる張力を小さくするための条件をこれから知ることができる。即ち布の張力を小さくするためには軽く回転するローラを使用することが最も必要である。(4) 式の T_b は布を幅方向に引張る力でこの値は T_2 の約 1 割で極めて小さく、実際問題として殆んど考える必要のない大きさである。使用するコニカルローラ幅出装置の回転モーメント、半径、ローラの長さ、導入布の張力を知れば、誘出布張力 T_2 と拡布力 T_b とが求められ、更に布とローラとの摩擦係数(即ち布の種類)から布とローラとの接触角を求めることができる。

4. 最大拡布量

導入布の幅を B_1 、誘出布の巾を B_2 としたとき $(B_2 - B_1)/B_1 \times 100\%$ を拡布量という。同じローラでもそれに作用する布の幅或は弛みの程度によって実際の拡布量は異なった値をとるが、特に布が十分弛みをもつときのこの装置が有する最大の拡布能力を最大拡布量と呼ぶ。

(第 6 図)

この装置と布との相対位置を示す基準線として二つの円錐の母線が一つに重なる共通母線をとると、正常の状態においては、布の走行方向とこの共通曲線とは直交する。従って導入布は DB に直角に進行し来たり、導入点 A に入ると十分弛みのある布はローラの表面に沿って AB の方向に移動する。今便宜上誘出点が B 点(共通母線上)であるとすると、 B でローラから離れた布は再び DB に直角の方向に進行する。従ってこの間に布が拡げられた量は BC にてあらわされる。図の A, B, D

各点は円錐ローラを A', B', D' を通る平面で切取ったときの切断面を示している。

$$\left(l - \frac{B}{2} + \frac{B_0}{2}\right) \cos \beta + \frac{1}{2}(B_0 - B_1) = \left(l - \frac{B}{2} + \frac{B_0}{2}\right)$$

$$B_0 - B_1 = (2l - B + B_0)(1 - \cos \beta)$$

$$R/r = l/(l - B/2) \text{ より } l = BR/2(R - r), \quad l\sqrt{2(1 - \cos \beta)} = r_x\sqrt{2(1 - \cos \alpha')} \text{ より } 1 - \cos \beta = 4(R - r)^2 r_x^2 (1 - \cos \alpha')/B^2 R^2.$$

故に

$$B_0 - B_1 = \left(\frac{Br}{R - r} + B_0\right) \frac{4(R - r)^2 r_x^2}{B^2 R^2} (1 - \cos \alpha')$$

$\cos \alpha' = -\sin \phi_i$, ローラが一杯に使用されたとき $B_0 = B$, $r_x = R$,

$$(B - B_1)/B_1 = \frac{(D - d)D}{BB_1} (1 + \sin \phi_i).$$

上式は誘出点が共通母線 BD 線上にあるものと考えたが実際には任意の点例えば図の E' 点から誘出される。そこで $E'B'$ の間についても同様の計算を行うと

$$(B - B_2)/B_2 = \frac{(D - d)D}{BB_2} (1 - \cos \alpha')$$

$$= \frac{(D - d)D}{BB_2} (1 - \sin \phi_0)$$

これら両式の差から一般に導入点 A' 、誘出点 E' 即ち導入角 ϕ_i 、誘出角 ϕ_0 のときの最大拡布量が次の如く得られる。

$$\frac{B_2 - B_1}{B_1} = \frac{(D - d)D}{BB_1} (\sin \phi_i + \sin \phi_0) \dots\dots\dots (5)$$

定義による最大拡布量を導くため(5)式では両辺の分母を B_1 で除しておいた。上式から第 7 図が得られる。

$$R = 50 \text{ mm}, \quad r = 31 \text{ mm}, \\ B = 1500 \text{ mm}, \quad B_1 = 1000 \text{ mm}$$

(第 7 図)

即ち最大拡布量は、端部と中央部との直径差及び最大直径に比例し、ローラの幅に逆比例する。前にベンド パーの場合には導入角、誘出角の配分如何に関せず接触角のみによって拡布量が決定されたが、この場合には導入角と誘出角との配分にも影響のあることがわかる。接触角 $(\phi_i + \phi_0)$ が大きいと拡布量は増大し、又導入角と誘出角とが等しいとき拡布量は最も大きく、それ以外のときには小さくなり、導入角或は誘出角が 90° のとき最小になる。従って拡布量を大きくするためには $\phi_i = \phi_0$ の状態で使用するとよい。なおわれわれは計算に当って $B_0 = B$ とおいたので、 B_1 は B と α' とから定まり、同様に B_2 は B と α'' とから定るので $(B_2 - B_1)$ は B_1 には一応無関係の形になる。

5. ローラ表面速度

ローラの軸は中央で θ だけ両方に折れ傾いているので中央より左半分と右半分とは布の幅方向の分速度の向きが逆になる。又このローラは両端部に近い程半径が大きいので、布の幅方向及び長さ方向の分速度は場所によりそれぞれ異なった値をとる。これらの分速度はローラの中央で最も小さく両端部程大きく、布の幅方向の分速度は布の皺をのばすのに直接寄与する。

布は元来幅方向に速度むらがなく一定速度で移動するが、ローラ表面における布の長さ方向の分速度は場所によって異なる。従って厳密に考えると布はローラとの接触部全面ですべり、ローラのある特定点の速度に等しい速さで走行していると考えられる。実際にローラの回転数と布の走行速度との関係がどのようになっているかは実験により判断することができる。ただこの装置では布とローラとは両端部で最も強く圧着され、中央部は接

触不足の状態にあり、且つローラと布との接触面積は中央部で最も小さく、周縁部程大きいので、布はローラ周辺部の分速度にほぼ等しい速さで走行していると考えられる。ベンド パー型のものでは布の長さ方向の速度はローラの中央で 1 とすれば端部では 0.99 でそれ程大きな差はなかったが、コンカル ローラ型では中央を 1 とすれば端部では 1.6 となり、かなり大きな差が認められる。従って布とローラとは中央部で相当大きな速度差ですべっていることになる。又拡布作用に直接寄与する幅方向の速度成分は極めて小さい。

6. 結 論

布とローラとの接触部の面積は中央部で最も小さく、両端に至るに従って大きくなる。又布とローラとの接触状態は中央部で布はローラから常に浮上る傾向をもつが、ローラ端部では確実に接触が行われる。以上の理由からコンカル ローラ幅出装置の拡布機能は主としてローラ端部で行われることがわかる。ローラ表面における布の長さ方向の速度成分は端部で中央部の約 1.6 倍に達し、布はローラ端部の速度で移動し、中央部では布の進行方向と逆向きにかなり速いすべりが生じている。

一般に拡布量小さく、布の長さ方向の弛みは常に中央部弛緩でその調節は難かしい。しかし誘出角 90° のとき布は平面形で誘出されるので特殊の用途に適している。

最後に種々教示を仰いだ株式会社金陽社の方々に深く感謝する次第である。

注

- 1) 藤野, 堀川: ベンド パー型ローラ幅出装置, 本誌, 7, 11, (1954-11) P. 9.