

単双曲線回転面を用いたもみすり機の直円筒型もみすり機 との近似的関係について

山崎 堯 右 ・ 宮地 豊 房

(農学部機械工学研究室)

Approximate Design on the Hulling Roller Having a Shape of Hyperboloid of Revolution of One sheet

T. YAMASAKI, T. MIYADI

(Laboratory of Mechanical Engineering, Faculty of Agriculture)

緒 言

すでに著者らのうちの一人が⁽³⁾⁽⁴⁾、単双曲線回転面を利用したもみすりロールに関する解析式⁽⁴⁾を公表しているが、さらに簡便な近似計算式を求め、実用上軸交角が小さくロール幅の狭いロール対の場合に限り、実験値と大差ないことが判明したのでその詳細を報告する。

1. 計 算 式

以下使用する記号を図1にしたがって定義する。

a : 単双曲線回転面ロール対のうちAロールの原点0から軸迄の距離

b : 同じくBロールの0から軸迄の距離

α : 共通母直線 x 軸に対するAロールの傾き角

β : 同じくBロールの傾き角

θ_a : Aロールの z 軸方向に対するもみのくわえこみ初めの点迄の角度

θ_b : Bロールの同じ点迄の角度

L : もみに必要なずれ長さ

n : 単双曲線回転面ロールの回転数、添字のダッシュ記号は直円筒型の場合で以下同じ

N : ロール対に供給されるもみの数

P : 原点から共通母直線上の任意の点迄の距離

r_a : AロールにおけるP点のロール半径

r_b : BロールのP点のロール半径

R_a : 直円筒型ロールの高速ロール半径

R_b : 直円筒型ロールの低速ロール半径

t : 時間

ϕ : 脱ぶ率

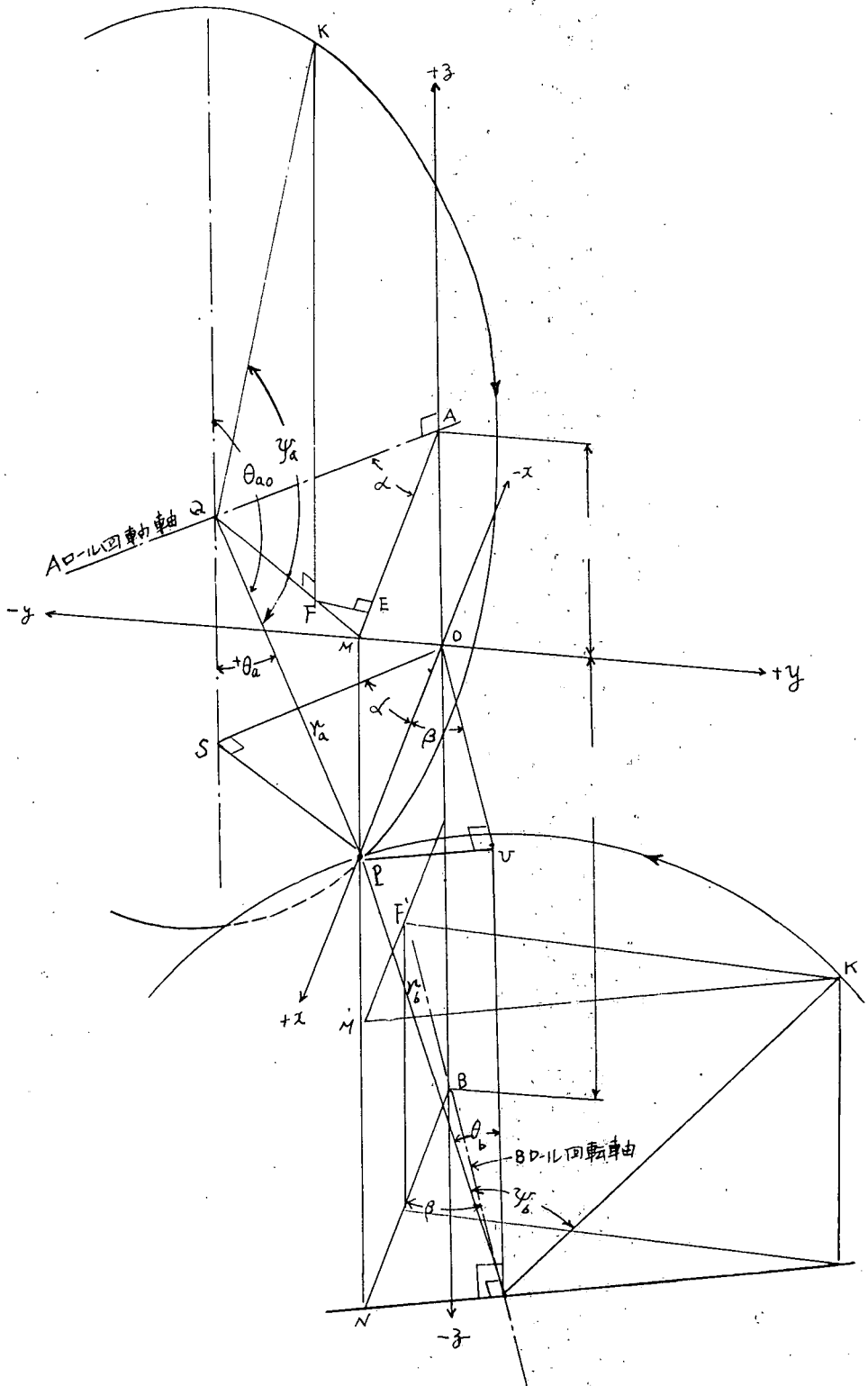
ω_a : Aロールの軸角速度

ω_b : Bロールの軸角速度

ϕ_a : Aロールの共通母直線からの軸に垂直な断面におけるもみのくわえこみ初め迄の角度

ϕ_b : Bロールについての同様な角度

ϕ' : P点を通る x 軸に垂直な断面内の ϕ_a の角



第 1 图

- x : AロールとBロールの共通母直線方向
- y : x と z 軸に垂直な方向
- z : AロールとBロールの軸の最短距離方向

単双曲線回転面ゴムロールがもみをくわえこんだ場合の共通母直線方向のずれ長さ

共通母直線は図1において反時計回りに θ_a (Aロール) だけ回転した位置で接し、さらに $+\phi_a$ だけ回転した位置でもみをくわえこみ、 $-\phi_a$ だけ回転した位置でもみをはなすと仮定する。共通母直線上で実質上もみがはなれるとすれば $-\phi_a = 0$ である。

Aロールについては、共通母直線 (x 軸) 迄のその方向のロール表面上の一点の移動距離 L_{1a} は、 K 点が P 点迄移動したとき、 x 方向に K 点は \overline{ME} だけうごくことになるから、

$$L_{1a} = \{P \sin \alpha - r_a \cos (\theta_a + \phi_a - \pi/2)\} \sin \alpha \quad (1)$$

P 点通過後は、

$$L_{2a} = \{P \sin \alpha - r_a \cos (\theta_a - \phi_a - \pi/2)\} \sin \alpha \quad (2)$$

Bロールについても同様に共通母直線通過前は

$$L_{3b} = \{P \sin \beta + r_b \cos (\theta_b - \phi_b - \pi/2)\} \sin \beta \quad (3)$$

P 点通過後は

$$L_{4b} = \{r_b \cos (\pi/2 - \theta_b - \phi_b) - P \sin \beta\} \sin \beta \quad (4)$$

これら4式から全ずれ長さ L は

$$L = L_{1a} + L_{2a} + L_{3b} + L_{4b} = 2 r_a \sin \phi_a \cdot \sin \alpha + 2 r_b \sin \phi_b \cdot \sin \beta \quad (5)$$

いま、 $r_a = r_b$, $\phi_a = \phi_b$, $\alpha = \beta$ とすれば

$$L = 4 r \sin \phi \cdot \sin \alpha \quad (6)$$

となる。また、 $-\phi_a = -\phi_b = 0$ のときは、

$$L = 2 r \sin \phi \cdot \sin \alpha \quad (7)$$

となる。

いま、 $\alpha = \text{const}$ のとき、(7)式から

$$(dL/d\phi)_{\phi=\pi/2} = (2 r \sin \alpha \cos \phi)_{\phi=\pi/2} = 2 r \sin \alpha \quad (8)$$

故、もみの厚みのバラツキがあり ϕ に多少の差があるとみて $\phi \doteq \pi/18$ とすれば

$$(dL/d\phi)_{\phi=\pi/2} - (dL/d\phi)_{\phi=\pi/18} \doteq 2 r \sin \alpha \times 0.015 \quad (9)$$

だから1.5%のばらつき以内である。

えられた(7)式の r に双曲線の形状が導入されることになる。いま $(a-r)/a \doteq 1$ に近い形状であればほとんど幅方向の差異はない。

2. 軸交角の決定

(8)式から、共通母直線 $+x \sim -x$ 上におけるその方向のロール表面の回転による変位は

$$\begin{cases} dx_a = r_a \sin \alpha \cdot d\phi_a \\ dx_b = r_b \sin \beta \cdot d\phi_b \end{cases} \quad (10)$$

$$(11)$$

したがって

$$dx = dx_a + dx_b = r_a \sin \alpha \cdot d\phi_a + r_b \sin \beta \cdot d\phi_b \quad (12)$$

また, $r_a = r_b$, $\alpha = \beta$ の場合は

$$\frac{dx}{d\phi} = 2 r_a \sin \alpha \quad (13)$$

となる。一方, 直円筒型ゴムロールの性能値との比較の意味から, 直円筒型ゴムロールの表面の単位回転角当りの低速ロールとのずれ長さは

$$\frac{dx'}{d\phi} = \phi R_a = \frac{R_a \omega_a - R_b \omega_b}{\omega_a} \quad (14)$$

であるから, (13)式=(14)式で比較するとすれば

$$\phi R_a = 2 r_a \sin \alpha \quad (15)$$

となる。いま, 単双曲線回転面ロールの軸交角が小さく, したがってそのロールの最外部半径と最狭半径の差が極めて小さい場合には, 最狭半径 r_a と直円筒型ロール半径 R_a とが対比出来るとして, いま, $r_a = R_a$ とすれば

$$\sin \alpha = \frac{\phi}{2} \quad (15)$$

の関係がえられる。

さらに, 比較の条件を厳しくして, 遠心力や, もみの供給量に対するロール周速度の条件を直円筒型ロールと近似的に等しく, ずれ速度を同じくするとすれば, 同一ロールでは $\alpha = \text{const}$ 故(13)式から,

$$\frac{dx}{dt} = 2 r_a \sin \alpha \cdot \omega \quad (16)$$

直円筒型ロールの場合(14)式から,

$$\frac{dx'}{dt} = \phi R_a \omega_a = R_a \omega_a - R_b \omega_b \quad (17)$$

比較の上から, (16)式=(17)式にすれば,

$$2 \pi R_a \phi n' = 4 \pi r_a \sin \alpha \cdot n \quad (18)$$

いま, $R_a = r_a$ とし(15)式の条件を満足したロール形状の装置では(18)式から,

$$n = n'$$

となる。

ちなみに $\phi = 0.25$ の性能を単双曲線回転面ロールにもたせるならば(15)式から $\alpha = 7^\circ 10'$ となる。

3. 計算と実測値との比較

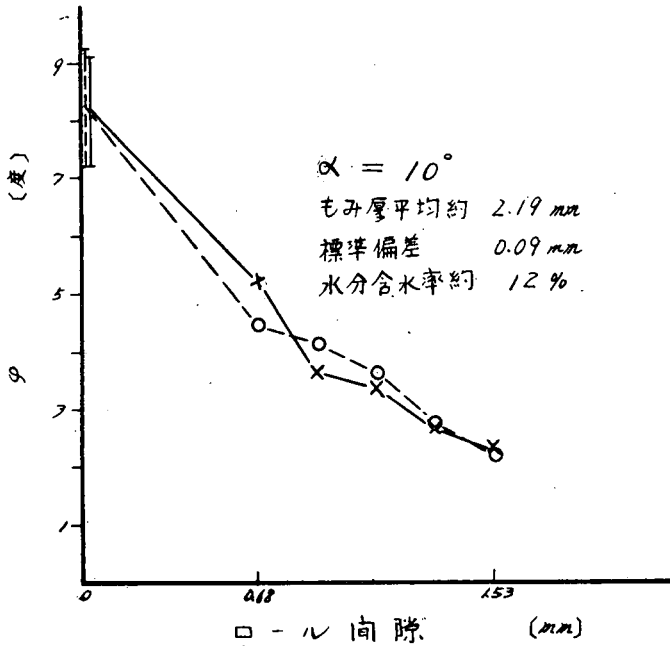
(7)式から,

$$\phi = \arcsin \{L / 2 r_a \sin \alpha\} \quad (19)$$

中村⁽¹⁾による値から直円筒型ロール $5\frac{3}{4}'' \phi$ のもので, もみ厚 2.4~2.1mm の場合, $L' = 2.5 \sim 3.5$

mm (ロール間隙なし) の値を採用して, 上式から, $\alpha = 7^{\circ}10'$ のときの ϕ を求めると

$$\phi \doteq 8^{\circ}15' \sim 11^{\circ}30'$$

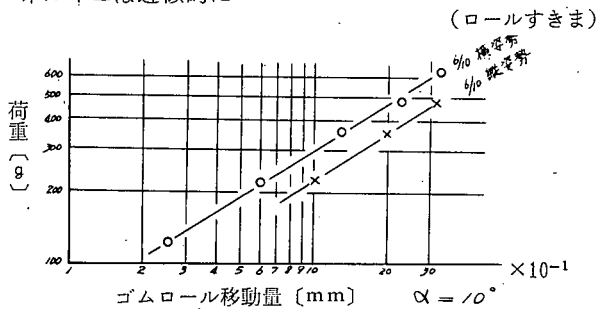


第 2 図

となる。図 1 から $\cos \alpha \cdot \tan \phi = \tan \phi'$ だから, $\phi' \doteq 8^{\circ}10' \sim 11^{\circ}20'$ と計算される。これは実際に試作したロールにおいてもみを静的にくわえこませた場合⁽³⁾, 接線方向の負荷が生じ初めのロール位置と負荷が除去された位置の測定値の $7^{\circ} \sim 10^{\circ}$ 附近の値と近い。したがって, ロール間隙のない場合の直円筒型ロールの性能値をもたせるためには近似的に以上の計算式で見積ることが可能であるから, 以上の条件から導かれる設計値附近で, 単双曲線回転面ロールの場合と比較されうることになる。

4. 所要動力について

一般にロール回転についてもみがくわえこまれていくとき, ロール表面上の移動量に対するロール表面の接線方向の負荷は, 実測例の図 3 に示すごとく, ほぼ 2 次曲線で近似できるから, 一粒当りの脱ぶに必要な所要エネルギー E は近似的に



第 3 図

$$E = \int_{\phi_1}^{\phi_2} \xi \cdot \phi^{1/2} d\phi \quad (20)$$

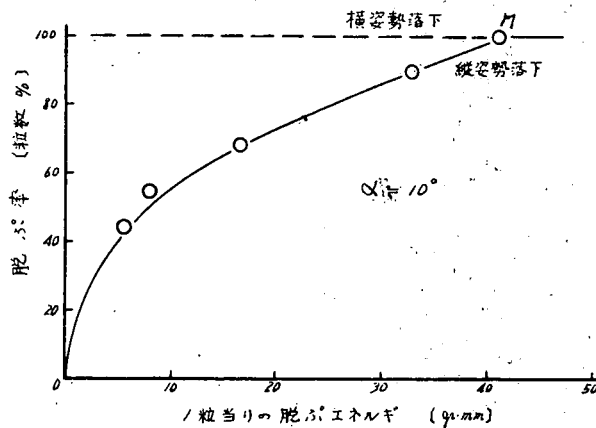
で示される。ただし接線方向の負荷 $F = \xi \psi^{1/2}$ で示されるとする。いま t 秒間に N 個のもみがロール間に供給されたとすれば、少くとも静的試験に検出出来る所要脱ぶ動力 P は

$$P = \frac{N}{t} \cdot \int_{\phi_1}^{\phi_2} \xi \cdot \psi^{1/2} \cdot d\phi$$

である。

実験から軸交角 $2\alpha = 20^\circ$ の場合の E の値を求めると図4の M 点となり少くともそれ以下では脱ぶされない場合が生じる。したがってロール側にとっては軸動力を P' とすれば

$$P' = \eta \cdot \frac{N}{t} \int_{\phi_1}^{\phi_2} \xi \psi^{1/2} \cdot d\psi \quad (21)$$



第 4 図

なる η が静的な場合の最適条件とのへだたりとなる。実際には動的に稼動した場合 ϕ_2 が共通母直線をこえ、ロール弾性のかえりがあるために必ずしも η は 1 以下になるとは考えられない。以下動的な稼動特性を検討する上で (20) 式の E を求め、動力計から P' を求め η の条件を見いだすことができる。

5. 結 言

以上の計算式はロール間隙がない場合であり、胴われ、ゴム付着、肌ずれを考えないときの最適脱ぶの条件を求めるための幾何学的関係であるから、厳密には問題があるが、駆動方式、ロール製作条件、もみ厚のバラツキなどがあるから実際の稼動特性のおよその見積りを行う上で簡便であり、また実測上さしてちがわなかったことがわかった。多くの直円筒型ロールによるもみすり特性に関するデータ⁽¹⁾との比較に多少とも資すれば幸いである。

最後に当研究室員森田南海男氏の御助力に対し感謝します。

参 考 文 献

- (1) 中村忠次郎, 岩手大学農学部紀要, 昭和36年11月.
- (2) 宮地豊房, 土居栄城, 高知大学学術研究報告, 自然科学II; 第13巻, 第11号.
- (3) 宮地豊房, 渡海一, 農業機械学会第27回総会講演要旨, 1968-4, P. 133.
- (4) 宮地豊房, 農業機械学会第27回総会講演要旨, 1968-4, P. 134.
- (5) 宮地豊房, 山崎堯右, 農業機械学会第27回総会講演要旨, 1968-4, P. 134.

(昭和43年9月30)日受理

