

KAWASAKI STEEL GIHO

Vol.3 (1971) No.1

---

The Coefficient of Friction on the Round Headed Punch in Press Forming

(Kichizaemon Nakagawa)

(Shuzo Okazaki)

---

:

Hill

$\lim_{d \rightarrow 0} d/dS(S)$

論・報 文

## プレス加工時の球頭ポンチ頭部の摩擦係数

The Coefficient of Friction on the Round Headed Punch in Press Forming

中川 吉左衛門\*

Kichizaemon Nakagawa

岡崎 修 三\*\*

Shuzo Okazaki

## Synopsis :

An analysis has been developed for the study of the coefficient of friction on the round headed punch in press forming. The theoretical equation of the coefficient of friction was obtained by eliminating the tangential stress, the tangential strain and the circumferential stress from the equilibrium equation

學士性を考へた場合のランクアップ値 あり

$$\lim_{S \rightarrow +0} \frac{\partial \dot{\epsilon}_\theta}{\partial S} = \lim_{S \rightarrow +0} \frac{\partial}{\partial S} \left( \frac{\partial \epsilon_\theta}{\partial h} \right)$$

$$= \frac{\partial}{\partial S} \left( \lim_{S \rightarrow +0} \frac{\partial \epsilon_\theta}{\partial h} \right)$$

となる。同様にして  $\dot{\epsilon}_\phi$  は

$$\dot{\epsilon}_\phi = 1 + 2AS \dots\dots\dots(19)$$

となる。したがって(7)式から  $\dot{\epsilon}$  は

$$= A \dots\dots\dots(12)$$

となる。

次に、(1)式を  $\epsilon_\theta$  でわり、(4)式より得られ

のように表わされる。一方において、 $\bar{\epsilon}$  は

$$\bar{\epsilon} = \int d\bar{\epsilon} = \int \left( \frac{\partial \bar{\epsilon}}{\partial \epsilon^*} \right) d\epsilon^* = \int \dot{\bar{\epsilon}} d\epsilon^* \dots\dots\dots(21)$$

であるから、上式に(20)式を代入して積分すると

$$A' + \frac{(1+2r_a)(n-2\varepsilon^*)}{\varepsilon^*} A' = e^{2\varepsilon^*} \dots\dots(28)$$

から摩擦係数  $\mu$  に対する近似式, すなわち

$$\ln \left( \frac{2r_a}{\varepsilon^*} \right) / \frac{\partial t}{\partial S} = 1$$

できないので,  $A'$  は数値積分によって求めなければならない。

$$\dots\dots\dots(34)$$

次に, 体積不変の法則から

$$A = -e^{2\varepsilon^*} \left( \frac{\partial t}{\partial S} \right)^* \frac{1}{3t_0} \dots\dots\dots(29)$$

が得られる。

よって, (27) 式と (29) 式から摩擦係数  $\mu$  は

### 3. 実験方法

この研究の実験は球頭ポンチで行なった。

$$\dots\dots\dots \left( \frac{\partial t}{\partial S} \right)^* \dots\dots\dots(29)$$

### 3.2 実験のプレス条件

## 4. 実験結果

た。潤滑油は、深絞り成形の場合ダイス側はプレ

### 4.1 全潤滑法での摩擦係数



-----

-----

-----

-----

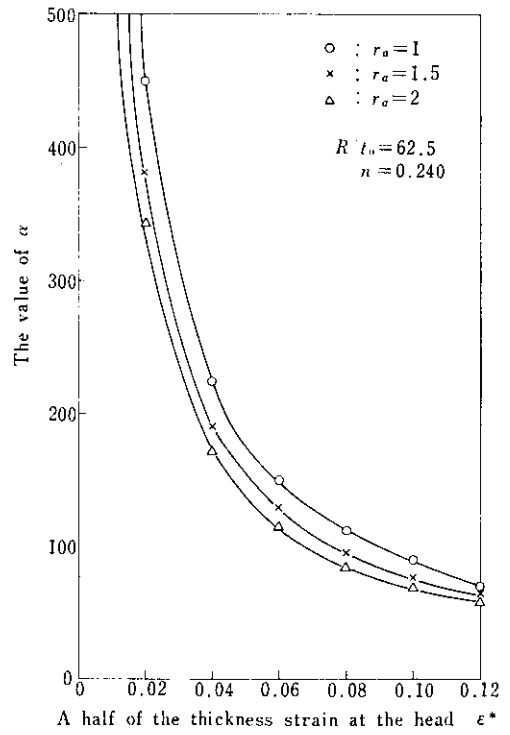
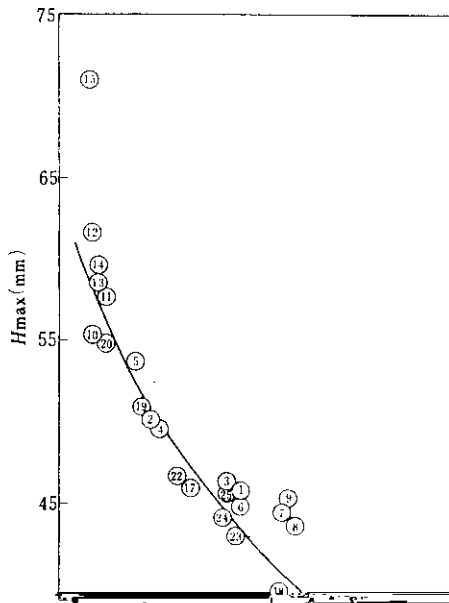
-----

-----

-----

-----

り形成の場合とは逆に摩擦係数が大きくなると直線的に減少する。材料を等方性と仮定した場合にはこの関係は直線的でなくなる。それを Fig. 8 に示す。





5.2 数値積分による解と近似解との比較

全歪理論により、材料の異方性を考慮に入れた計算式が山田ら<sup>3)</sup>によって導かれている。

平均歪は (20) 式の  $A$  を数値積分して

$$A = \int_{t_0}^{t_1} \dots dt$$

数値積分は手間がかかるため近似解の (21)  $\int_{t_0}^{t_1} \dots dt$  \*

理論（異方性）の順に小さくなり、 $\epsilon^*$  が 0.05 以上では全歪理論（等方性）と歪増分理論（異方性）

が大きくなるにしたがって、直線的に増加する。

## 6. ま と め

材料の異性を考慮に入れて、歪増分理論によって摩擦係数を求める解析を行った。さらに実用上

係数が大きくなるにしたがって、直線的に減少する。

他の計算式とこの報告の計算式とを比較した。測定値であるポンチ頭部の板厚勾配  $(\partial t/\partial S)^*$  の同じ値に対して、この計算式による摩擦係数の値

簡単で精度の十分な近似計算式を提案した。

材料および潤滑油を変えて球頭ポンチによるプレス加工実験を行ない、この計算式で摩擦係数を求め、摩擦係数と成形性との関係を調べ、次のこ

は他の3つの計算式の値のほぼ中間の値をとる。

最後に、この研究にあたってご指導をいただいた東京大学生産技術研究所山田嘉昭教授ならびに

とが明らかになった。

理化学研究所宮内邦雄先生に厚く感謝します。