

東京大学工学部 五 弓 勇 雄
木 原 淳 二
三菱金属中研 ○ 前 義 治

1. 緒 言

圧延時の巾拡がりについては、多くの式が提唱されているが、圧延材の変形が三次元的であるため、厳密な理論解は困難である。したがってここでは圧延について現実に近い数学的なモデルを作り、それによる計算結果と実験値とを比較検討した。

2. 仮定と考え方

図1に示すような材料とロールとの関係を考える。仮定として

- (1) ロール圧力分布は均一であると考え、平均圧延圧力 P_m を考える。
- (2) 材料はロールで均一圧縮される。
- (3) 材料とロールとの間にすべり摩擦係数 μ を仮定し、平均的なすべり角を導入する。

ロールと材料との接触角を θ 、無すべり角を φ とする。ここで、ロール入口から中立線まででは、高さ h_0 長さ l_n 巾 B_0 の材料が均一圧縮され、高さ h_n 長さ l_1 巾 B_1 となると考える。即ち体積一定の条件から、 $h_0 l_n B_0 = h_n l_1 B_1$ ---- ① この時すべり角 α は材料が均一に巾拡がりを生じると考えると図1のような角となる。したがってロールの材料にする仕事 W_{r1} は均一圧縮に要する仕事と摩擦に抗してする仕事の和として次のように表わされる。

$$\begin{aligned} \delta W_{r1} = & P_m(h_0 - h_n)(l_n + l_1)(B_1 + B_0) + \mu P_m \sin \alpha (l_n + l_1)(B_1 + B_0)(B_1 - B_0) \\ & + \mu P_m \cos \alpha (l_n + l_1)(B_1 + B_0)(l_1 - l_n) \text{ ---- ②} \end{aligned}$$

材料はこの W_{r1} が最小となるように巾拡がりを生じると考える。

同様に中立線から出口までは体積一定の条件から $(l_1 - l_n)h_n B_1 = l_2 h_2 B_2$ ---- ③ が成立し、図1に示すすべり角 β を導入する。中立線から出口までの間でロールのする仕事 W_{r2} は②と同様にして次のように表わされる。

$$\begin{aligned} \delta W_{r2} = & P_m(h_n - h_2)(l_2 + l_0 - l_n)(B_1 + B_2) + \mu P_m \sin \beta (l_2 + l_0 - l_n)(B_1 + B_2)(B_2 - B_1) \\ & + \mu P_m \cos \beta (l_2 + l_0 - l_n)(B_1 + B_2)(l_2 - l_0 + l_n) \text{ ---- ④} \end{aligned}$$

また中立線では材料に作用する水平方向の力の釣り合いから、平均的に次の式が成立する。

$$P_m \left(\sin \left(\frac{\theta + \varphi}{2} \right) - \mu \cos \left(\frac{\theta + \varphi}{2} \right) \cos \alpha \right) D(\theta - \varphi)(B_0 + B_1) + P_m \left(\sin \left(\frac{\varphi}{2} \right) + \mu \cos \left(\frac{\varphi}{2} \right) \cos \beta \right) \times D\varphi(B_1 + B_2) = 0 \text{ ---- ⑤}$$

したがって⑤を満足し、かつロールのする仕事 W_{r1} 、 W_{r2} とを最少とする B_1 、 B_2 を計算すれば、それが求める圧延後の巾となる。

3. 実験結果

本式による計算結果と実験値との比較を図2に示す。24 × 24 の軟鋼の角材を径 260 のロールで、温度 800℃ と 1000℃ の二条件で圧延し、加工度と巾拡がり率との関係を示した。計算による解は摩擦係数 μ を 0.25 として実線で示した。また圧延条件を変化させた場合、本計算法がどのような振舞を示すかについても検討した。

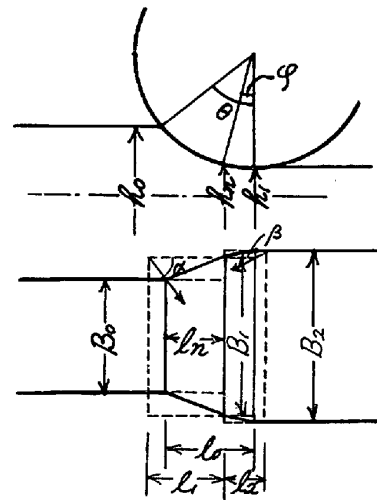


図1. 巾拡がり概念図

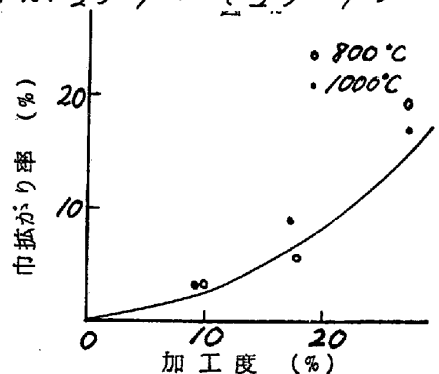


図2. 圧延結果