

(146) 冷間圧延時の圧延圧力、圧延トルクおよび材料の温度変化

京都大学工学部 ○小門純一、藤中雄三、久坂圭三

1. 結 言

材料を圧延する場合、ロール圧力、圧延圧力および圧延トルクに関しては、すでに多くの塑性力学的な研究結果が発表されている。しかしこれらの結果から圧延中の材料の温度変化を求める場合十分明らかにされていないことがらが多い。そこでわれわれは材料の温度変化を主眼にして圧延の現象を研究した。

2. 解析および実験結果

ロール半径を R 、ロール圧力を p 、圧延圧力を p' 、ロールと材料との摩擦係数を μ 、材料の水平方向の応力を σ 、入口側の厚さを h_1 、出口を h_2 、ロール出口側から測った角度を ϕ 、中立点のそれを ϕ_n 、入口までの角度を ϕ_1 とし、水平方向の力の釣合は Kármán の式によって与えられるとすれば、 $0 \leq \phi \leq \phi_n$ と $\phi_n \leq \phi \leq \phi_1$ についてつぎの (1) および (2) 式がなり立つ。

$$p' = p(1 \mp \mu \tan \phi) \quad \dots\dots (1), \quad d(h \cdot \sigma) = 2p(\tan \phi \pm \mu)R \cdot d\phi \quad \dots\dots (2)$$

この両式を解くために Von Mises の降伏条件すなわち $p' - \sigma = 1.15 k_f = f(\phi) \quad \dots\dots (3)$ を用い、 $\phi = 0$ および $\phi = \phi_1$ のとき $\sigma = 0$ とすれば、 $0 \leq \phi \leq \phi_n$ については、

$$\sigma = e^{-\int_0^{\phi} \frac{2R \cos \phi (\tan^2 \phi + 1) \mu}{h(1 + \mu \tan \phi)} d\phi} \times \int_0^{\phi} \frac{2R \cos \phi \cdot f(\phi) (\tan \phi + \mu)}{h(1 - \mu \tan \phi)} \cdot e^{\int_0^{\phi} \frac{2R \cos \phi (\tan^2 \phi + 1) \mu}{h(1 - \mu \tan \phi)} d\phi} d\phi \quad \dots\dots (4)$$

$\phi_n \leq \phi \leq \phi_1$ については、

$$\sigma = e^{\int_{\phi_n}^{\phi} \frac{2R \cos \phi (\tan^2 \phi + 1) \mu}{h(1 + \mu \tan \phi)} d\phi} \times (-1) \int_{\phi_n}^{\phi} \frac{2R \cos \phi \cdot f(\phi) (\tan \phi + \mu)}{h(1 + \mu \tan \phi)} \cdot e^{-\int_{\phi_n}^{\phi} \frac{2R \cos \phi (\tan^2 \phi + 1) \mu}{h(1 + \mu \tan \phi)} d\phi} d\phi \quad \dots\dots (5)$$

試験材料として 2S-AL を用い、平均圧延圧力、トルクの実測結果と、上式の結果とを比較すると $\mu = 0.3$ とした場合両者がよく一致することと認めた。さらに純粋変形仕事の約 95% が材料の温度上昇に費されることを確かめた。この結果を利用して圧延中の材料の温度変化を計算すると図 1 のようになり、図 2 に示す実測結果とよく一致している。

3. 結 言

以上の実験から圧延動力は純粋変形仕事と表面の摩擦仕事の和にほぼ等しく、AL の圧延の際その比は約 4:1 であることなどがわかった。

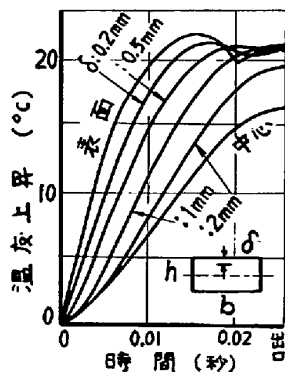


図 1. 温度変化計算例

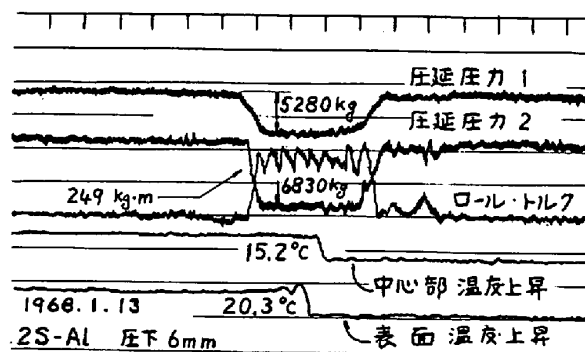


図 2. 圧下力、ロールトルク、温度変化の実測例