

(276) ホットストリップミル仕上圧延機の設定計算モデル

新日本製鐵 室蘭製鐵所 寺門良二 ○中島明一  
高橋 謙

1. 緒言

ホットストリップミル仕上圧延機の設定計算が、オペレーターから計算機に代って以来、我が国では10年余りを経た。これにより、圧延機の設定が理論に基づいた数式モデルにより精度良く行なわれ、成品の寸法精度が大幅に向上したことは確かである。しかし、近年の熱間潤滑圧延や片ロール駆動圧延等の圧延条件・形態の変遷を考えると、上下対称の付着摩擦を仮定して導出されたSimsの式に基づく従来のモデルは最早適用し得ないと思われる。本報告は、圧延機の設定計算において特に重要である先進率および圧下力関数の数式モデルについて検討したものである。

2. 数式モデル

解析方法については、基本的には鈴木らの二層枚圧延理論の解析方法を用いた。ただし、本解析ではSlippingとStickingの混合摩擦を仮定しており、また偏平ロール径も考慮した。圧延条件については、板厚1.2~65mm、圧下率10~60%、変形抵抗10~30kg/mm<sup>2</sup>、ロール直径400~700mm、摩擦係数0.1~0.4の範囲の条件で、両ロールおよび片ロール駆動圧延の場合についてそれぞれ解析を行なった。

その解析結果から、次式に示す先進率および圧下力関数の数式モデルが得られた。

$$\begin{aligned} \text{先進率} & \begin{cases} f(\text{両ロール駆動}) = 0.225r^2 + 0.222r + 0.004 - (0.498r^2 - 0.056r + 0.015) \frac{1}{\mu} \sqrt{\frac{R}{h_2}} \\ f(\text{片ロール駆動}) = -0.108r^2 + 0.283r - 0.001 - (0.231r^2 + 0.125r) \frac{1}{\mu} \sqrt{\frac{R}{h_2}} \end{cases} \\ \text{圧下力関数} & \begin{cases} Q_p(\text{両ロール駆動}) = 1.03 + (1.73\mu\sqrt{\frac{R}{h_2}} - 0.90)(r + 0.053) \\ Q_p(\text{片ロール駆動}) = 1.02 + (1.65\mu\sqrt{\frac{R}{h_2}} - 0.92)(r + 0.064) \end{cases} \end{aligned}$$

ただし、 $h_1$ : 入側板厚、 $h_2$ : 出側板厚、 $r$ : 圧下率、 $R$ : 等価偏平ロール半径、 $\mu$ : 摩擦係数である。

3. Simsの式との比較

図1および図2は、Simsの式と両ロール駆動における本モデル式( $\mu=0.25$ )との先進率および圧下力関数の比較を示したものである。

先進率については、Simsの式に比較して前段圧延機の前段圧延条件に相当するところでは大幅に異なり、実操業圧延機にて測定した先進率は本解析による先進率とほぼ一致した。また圧下力関数については、Simsの式は大き目である。

一般に、設定計算モデルには学習機能を有しており、設定計算値と実圧延結果との誤差を何らかの学習項にて補正を行っているが、本モデルでは変動代が大きくかつ直接的に決定困難な摩擦係数を学習項とすることができ、潤滑圧延に対しても充分追従可能であるという大きな特長を有している。

4. 結言

以上の数式モデルを実操業圧延機の設定計算モデルに適用した結果、両ロールおよび片ロール駆動圧延においても摩擦係数は0.2~0.3の値で、精度良い設定計算が可能となった。

文献 1) 鈴木ほか: 塑性と加工, 1972-2

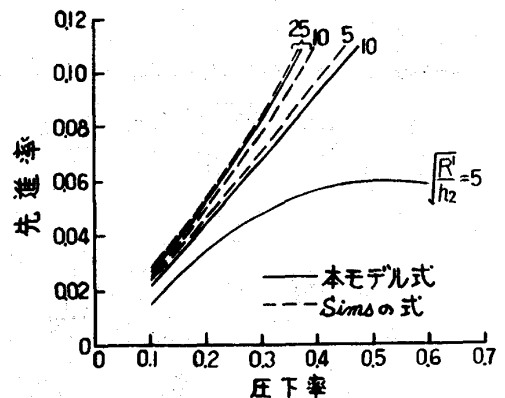


図1 先進率の比較

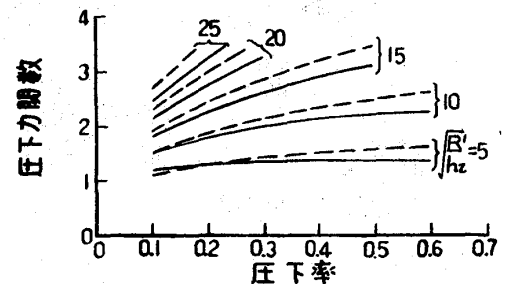


図2 圧下力関数の比較