

# PS-24 冷間圧延におけるチャタリングについて

東洋鋼鉄 技術研究所

御園生一長

1. 諸言 冷間圧延作業時、安定な作業状態からはずれて異常な音を出し急激な板厚変動を生じる現象をチャタリングと呼んでおり、この振動現象はロール系の固有振動と関係づけて説明されている<sup>1,2)</sup>。しかし板厚変動の測定値にはロール系の固有振動数より低い値があることより、ハウジングを含めた圧延機の固有振動数に張力系の振動を含めてチャタリングを検討したのでその結果を報告する。

## 2. 板厚変動の測定値から計算した圧延機の振動数

(1) 溶接個所を含んで圧延すると溶接部が硬くなっているため、その部分が圧延機に対しインパルス入力として働き、板厚変動がみられる。この変動周期を圧延速度から振動数に換算すると圧延スケジュールによらず60~70%の振動数となった。

(2) チャタリング發生部の板厚変動の測定値を振動数に換算すると100~120%の振動数となった。

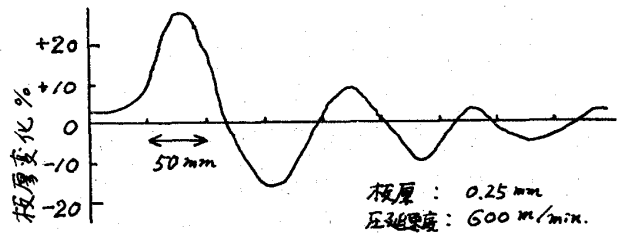


図1 溶接部の板厚変化の測定例

## 3. 圧延機のパネモデルによる固有振動数の計算

圧延機の縦方向の運動を計算するため図2のモデルに圧延機を近似すると、運動方程式は

$$\begin{aligned}
 m_1 \ddot{x}_1 + R_0 x_1 - R_1 (x_2 - x_1) &= 0 \\
 m_2 \ddot{x}_2 + 2R_1 (x_2 - x_1) - R_2 (x_3 - x_2) &= 0 \\
 m_3 \ddot{x}_3 + R_2 (x_3 - x_2) - R_3 (x_4 - x_3) &= 0 \\
 m_3 \ddot{x}_4 + R_3 (x_4 - x_3) - R_4 (x_5 - x_4) &= 0 \\
 m_2 \ddot{x}_5 + R_4 (x_5 - x_4) + 2R_2 x_5 &= 0
 \end{aligned}$$

となる。上式から振動数方程式を導いて $m_i, R_j$ の数値を入れると5ヶの固有振動数が求められる。3ヶりま用の冷間圧延機では $f_1 = 60 \sim 80$ ,  $f_2 = 110 \sim 140$ ,  $f_3 = 160 \sim 200$ ,  $f_4 = 300 \sim 400$ ,  $f_5 = 500 \sim 700$  % 付近に固有振動数が求められる。

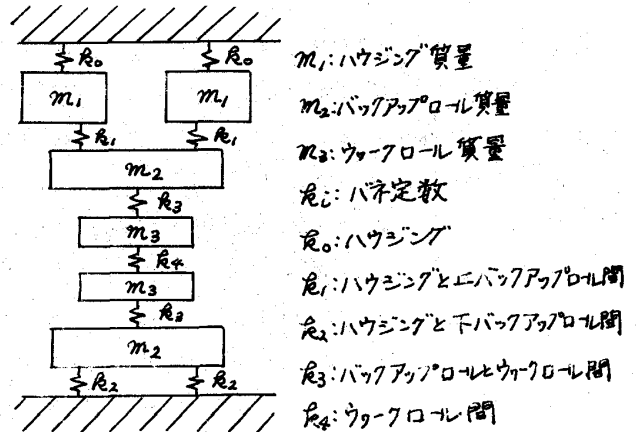


図2 圧延機の振動モデル

## 4. ストリップの横振動

スタンド間の各ロールを支点としてストリップは横振動を行う。ストリップは移動するため圧延速度を考慮すると固有振動数は右式で

$$T = 2Cl / S (c^2 - v^2)$$

$$c^2 = Tg / w$$

$$f_c = 1 / T$$

とのでロール噛み込み部への張力変動としては、 $2f_c$ となる。チャタリングを生じた圧延スケジュールでは $2f_c = 100 \sim 120$  % となった。

$T$ : 振動周期  
 $Q$ : ロール間距離  
 $T$ : 張力  
 $v$ : 板速度  
 $g$ : 重力  
 $S$ : 1, 2, 3 ...  
 $w$ : 単位長当り質量  
 $f_c$ : 振動数

## 5. チャタリングと圧延機の振動、ストリップの横振動の関係

何らかの原因で張力変動を生じ、その変動数が圧延機の固有振動数と一致する場合がある。この不安定な状態はチャタリングの一原因と考えられる。

6. 文献 1) 安藤他: 塑性加工, 168(1975)P78

2) 鏡田他: 第27回塑性加工連合講演

会, (1976)P99

3) 下山: 日本機械学会論文集, (昭15)I-P19